

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, С.І. БУХКАЛО
П.О. КАПУСТЕНКО, О.П. АРСЕНЬЄВА
Є.І. ОРЛОВА

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРИКЛАДАХ І ЗАДАЧАХ

*Затверджено
Міністерством освіти і науки України
як підручник для студентів
вищих навчальних закладів*

Київ
«Центр учбової літератури»
2008

ББК 36.81я73

Х 22

УДК 664(075.8)

*Гриф надано
Міністерством освіти і науки України
(Лист №1.4/18-Г-1022 від 21.06.2007 р.)*

Рецензенти:

Михайлов В.М. – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи ХДУХТ;

Кіттела Л.В. – доктор технічних наук, професор кафедри процесів, апаратів та автоматизації харчових виробництв ХДУХТ;

Зайцев О.І. – доктор фармацевтичних наук, завідувач кафедри процесів і апаратів хіміко-фармацевтичних виробництв ХНФаУ.

Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О.,
Арсеньєва О.П., Орлова Є.І.

Х22 Харчові технології у прикладах і задачах: Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 576 с.

ISBN 978-966-364-602-2

Викладено основи технології харчових виробництв, її фізико-хімічні, біохімічні та технологічні закономірності. Подані характеристика сировини, асортимент харчових продуктів, апарати і технологічні процеси їх виготовлення. Наведено різні типи сучасних пластинчастих теплообмінників та їх конструкції, представлено метод енергозбереження – пінч-аналіз. Велику увагу приділено прикладним аспектам застосування теплообмінників у харчовій промисловості. Приведені розрахунки норм витрат сировини і допоміжних матеріалів, зниження витрат і відходів при виробництві, а також формули, що необхідні для розв'язання прикладів і контрольних задач.

Призначено для студентів харчових спеціальностей технічних вищих навчальних закладів, викладачів, інженерно-технічних та наукових працівників.

Лл. 178 Табл. 63 Бібліогр. 45

ISBN 978-966-364-602-2

© Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І.,
Капустенко П.О., Арсеньєва О.П.,
Орлова Є.І., 2008

© Центр учбової літератури, 2008

ПЕРЕДМОВА

Підручник «Харчові технології у прикладах і задачах» забезпечує викладання і вивчення дисципліни «Харчові технології». Дисципліна «Харчові технології», у свою чергу, є базовою в підготовці бакалаврів і відіграє важливу роль в опануванні студентами спеціальних дисциплін. Об'єктами вивчення є сировина, напівфабрикати, готові продукти, процеси (біохімічні, мікробіологічні, хімічні, теплофізичні, гідродинамічні) і апарати, в яких вони протікають, а також виробництва харчової промисловості. Предмет вивчення – технологія харчових продуктів як прикладна наука, що швидко розвивається та модернізується.

Мета вивчення дисципліни – одержання знань щодо технології основних продуктів харчування, оволодіння методами цієї технології, необхідними для підготовки до самостійного вивчення спеціальних технологій, набуття навичок розробки й використання нормативних документів по одержанню промислових продуктів харчування.

У засвоєнні цього курсу суттєве значення мають як лекційні, так і практичні заняття. На них студенти оволодівають технологіями основних харчових виробництв, а також методами розрахунків норм витрат сировини і допоміжних матеріалів, складання матеріальних балансів і їх застосування у технологічних розрахунках.

До підручника увійшли технології, принципи та задачі з тем: розрахунки виробництва молочних продуктів, м'ясопродуктів і тваринних жирів; хлібопродуктів, консервів і продуктів бродильних виробництв та інші. Вибір тем перш за все обумовлений тим, що розрахунки для цих виробництв являються типовими для харчової промисловості, а також масштабами виробництва і важливістю харчових продуктів. З даного підручника студенти дізнаються про методичні принципи складання рецептур та асортимент основних продуктів харчових виробництв, технологічні особливості, режими і обладнання цих виробництв, а також про методи енергозбереження у галузі та можливість використання сучасного теплообмінного обладнання.

До кожної теми наведені теоретичні відомості, основні розрахункові формули і методичні вказівки до розв'язання типових задач.

Підручник «Харчові технології у прикладах і задачах» призначений для студентів, викладачів, інженерно-технічних та наукових працівників.

ВСТУП

Виробництво продуктів харчування своїм корінням виходить з глибини століть, і завжди було покликано задовольняти найважливішу для людини потребу в їжі. Це одна з найбільш древніх і великомасштабних галузей природокористування, яка створює високі й безперервно зростаючі навантаження на біосферу.

Україна за своїми природно-кліматичними умовами та науково-технічним потенціалом здатна не тільки задовольнити запити свого народу у високоякісних продуктах харчування, а й експортувати їх в інші країни світу. Українські вчені й практики внесли величезний вклад у розвиток технології харчових продуктів, розширення асортименту і поліпшення якості продукції.

Харчова промисловість України є високорозвинута галузь, що швидко розвивається і оснащується передовими технологіями та технікою. На підприємствах харчової промисловості широко застосовуються безперервні процеси, механізовані основні трудомісткі операції, відбувається перехід від машин-автоматів до автоматизованих ліній, автоматизується контроль і управління виробництвом.

Невід'ємною частиною науково-технічного прогресу є підвищення якості та біологічної цінності харчових продуктів. У цьому велика роль належить технологіям виробництва харчових продуктів і процесам переробки сільськогосподарської сировини. Вони базуються на сучасних методах матеріальних розрахунків, зниженні витрат і відходів тощо. Створення нових технологій є рушійною силою в галузі, сприяє створенню більш досконалої технологічної бази, правильному обґрунтуванню процесів. Крім того, в сучасних умовах відбувається інтеграція окремих галузей сільськогосподарського виробництва та галузей, що переробляють сільськогосподарську сировину.

Враховуючи вищезначене, зростає роль курсу «Харчові технології» у підготовці фахівців напрямку інженерів-технологів. Об'єктами вивчення дисципліни є сировина, напівфабрикати, готові харчові продукти, процеси (біохімічні, мікробіологічні, хімічні, теплофізичні, гідродинамічні та інші) й апарати, в яких вони відбуваються, а також підприємства харчової промисловості.

Предметом дисципліни є технологія харчових продуктів як прикладна наука, що швидко розвивається, має предмет дослідження –

виробництво харчових продуктів; ціль дослідження – створення високоєфективних систем; основні методи дослідження спираються на закономірності фундаментальних наук: фізики, хімії, біохімії, мікробіології, механіки, теплофізики й інші, та системний аналіз технологічних схем.

Згідно з програмами студенти повинні одержати певні знання про сировину, кількість і асортимент харчових продуктів, що виробляються в Україні і в провідних країнах світу, питомі витрати на виготовлення продукту, норми споживання харчових продуктів, необхідні для аналізу ринку збуту в Україні та за її межами, допустимі норми викидів, що відбуваються внаслідок роботи харчових підприємств і не завдають шкоди довкіллю.

Будівництво і реконструкція промислових підприємств пов'язані з попереднім виконанням перш за все технологічних розрахунків, основою для яких є розрахунок продуктів виробництва – визначення кількості сировини і напівфабрикатів, потрібних для виготовлення заданої кількості кінцевого продукту виробництва. Ці дані поряд з техніко-економічними і енергетичними є вихідними для розрахунку потрібного обладнання, для визначення площі цехів, складських приміщень, вибору транспортних засобів (насосів, компресорів, трубопроводів). Розрахунки потрібні також для планування і оцінювання нових технічних заходів, для удосконалення виробництва.

Більшість технологічних процесів харчових виробництв пов'язана зі зберіганням сировини та підготовкою її до виробництва. Режими та засоби зберігання сировини, умови проведення процесів, апаратурне оснащення основних операцій відіграють важливу роль у технології харчових виробництв.

У підручнику наведені розрахунки продуктів виробництва борошна, хліба і хлібобулочних виробів, молочних продуктів, допоміжної сировини, м'ясопродуктів і тваринних жирів; консервів і продуктів бродильних виробництв, в основі яких закладені сучасні технологічні схеми.

До кожної теми приведені теоретичні відомості, основні розрахункові формули і методичні вказівки до розв'язання типових задач. Кожна тема самостійна, порядок вивчення тем може вибиратись викладачем довільно.

Особлива увага приділяється питанням аналізу сировини, розрахункам виробничих рецептур, нормалізації молока, розрахунка виробництва вершкового масла і сиру. При написанні цього посібника автори прагнули показати загальні закономірності побудови технологічних процесів харчових виробництв, взаємозв'язок процесів, обладнання і систем управління.

Зниження конкуренції з боку імпорту виявилось одним із головних факторів поживлення реальної економіки в харчовій промисловості. Через торгову мережу реалізується три чверті товарів вітчизняного виробництва, а продовольчих товарів – 95 відсотків. Але велика кількість підприємств наступної глибокої переробки сировини на харчові продукти розвинена не на основі новітніх технологій.

Для більшості підприємств, що використовують теплообмінне устаткування, характерна висока матеріалоемність останнього, що пов'язане з використанням давно застарілих трубчастих теплообмінних апаратів. Тому як ніколи актуальне завдання заміни старого теплообмінного устаткування новим сучасним ресурсо- і енергозберігаючим, а саме пластинчастим теплообмінним устаткуванням. Застосування там, де це можливо, пластинчастих теплообмінників забезпечує не тільки високу ефективність теплообміну й економічність, а й компактність, надійність, простоту обслуговування й переналаштування. Представлений сучасний метод енергозбереження, пінч-аналіз, сприяє розширенню засобів економії енергії на Україні. Проектування харчових виробництв може бути поділено на два рівні. Перший рівень – це проектування установок: реактори, печі, системи розподілу, теплообмінні апарати, сушарки, випарні системи та інші. Другий рівень – це об'єднання цих установок в інтегровані системи виробничих процесів. Пінч-аналіз зв'язан з другим рівнем. В якості прикладів розглянуто проблеми модернізації цукрових і спиртових заводів з використання сучасного теплообмінного устаткування різного призначення й номенклатури.

На прикладі показана можливість впровадження теплових pomp, інтегрованих у теплову мережу, рівень вітчизняних і закордонних розробок дозволяє вже зараз здійснювати промислову реалізацію цих проектів.

В основу підручника покладений досвід розробки, дослідження й впровадження пластинчастих теплообмінників, який отримано у На-

ціональному технічному університеті «ХПІ» на кафедрі інтегрованих технологій, процесів і апаратів під керівництвом професора Л.Л. Тованянського; розробки в області створення нових енергозберігаючих технологій, математичного забезпечення й впровадження у виробництво фірми «Содружество-Т» під керівництвом професора П.О. Капустенко, а також досвід роботи Центра енергозберігаючих технологій при НТУ «ХПІ».

Підручник може бути використано для одержання відомостей про склад основних харчових продуктів: борошна, крупів, хліба, макаронів, овочів, фруктів, м'яса, молока та молочних виробів, пива, вина, спирту, горілчаних та безалкогольних напоїв, солодошів, а також про принципи харчування, зміни в основних видах сировини, що відбуваються під час виготовлення продуктів харчування, основи їх переробки, основні правила споживання.

У цілому обсяг книги не дає можливості повністю висвітлити всі технологічні процеси виробництва харчових продуктів, повною мірою розкрити хімізм і механізм біохімічних перетворень. Тому в кінці підручника наведено бібліографічний список літератури, що дасть можливість студентам і фахівцям глибше і ширше вивчити питання харчових технологій, які їх цікавлять.

Автори висловлюють подяку рецензентам професорам В.М. Михайлову, Л.В. Кіптелій, О.І. Зайцеву за корисні поради й зауваження по змісту підручника.

Підручник написано при фінансовій підтримці ЕС, проект SHERHPA (COL-СТ-2004-500229).

Автори із вдячністю приймуть всі зауваження по книзі, які просять направляти у видавництво за адресою: 61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21, НТУ «ХПІ», редакція журналу «Інтегровані технології та енергозбереження».

ГЛАВА 1.

СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

1.1. Способи збереження сировини

Існують два способи зберігання сировини: тарний і безтарний. При безтарному зберіганні сировини застосовують також безтарні або контейнерні перевезення. Це створює умови для механізації вантажно-розвантажувальних робіт; скорочує витрати, зменшує вартість перевезень і зберігання сировини. Такий вид зберігання сировини сприяє використанню сучасної техніки при проведенні вантажно-розвантажувальних, а також транспортних і складських робіт. У нашій країні і за рубежом накопичений великий досвід безтарного транспортування і зберігання зерна, борошна, цукру, патоки, рослинної олії, жирів, молокопродуктів, плодоовочевої сировини, шоколадної глазурі. Розроблено відповідні технології, устаткування, проекти складських приміщень з урахуванням властивостей різної сировини.

Для тарного зберігання широко використовується контейнерна система транспортування вантажів. Вона передбачає залежно від роду вантажу й умов виконання транспортного процесу використання спеціальних контейнерів, ящиків піддонів, пакування вантажів на плоских піддонах.

Для збереження якості і зменшення, втрат товару під час перевезення, приймання і зберігання використовують тару і пакувальні матеріали. З їхньою допомогою створюють необхідні санітарні умови, що попереджають забруднення продуктів, обсіменіння їх мікрофлорою, ураження шкідниками. Тара і пакувальні матеріали повинні бути легкими, міцними, зручними, оберігати товари від деформації. Матеріал тари повинний бути бездоганим у санітарно-гігієнічному відношенні, тобто повинна бути виключена можливість переходу з пакувального матеріалу речовин, що змінюють смак і запах продукту, а також що шкідливо впливають на організм людини.

Розрізняють зовнішню і внутрішню тари, а також допоміжні пакувальні матеріали. Зовнішня тара охороняє харчові продукти від ушкоджень і втрат при транспортуванні і зберіганні. Це ящики, бочки,

контейнери. Внутрішня тара сприяє збереженню якості продукту при перевезеннях, а також при його реалізації. Це коробки (цукерки, печиво), пляшки для напоїв, банки для консервів. Як допоміжні пакувальні матеріали застосовують обгортковий папір, стружку, гофрований картон та ін.

Залежно від матеріалу, з якого виготовлена тара, її підрозділяють на види. Дерев'яна – це ящики, лотки, контейнери, бочки, кошики; вона відрізняється міцністю, легкістю, ізоtermічністю; невисокою вартістю. Недоліки – здатність легко зволожуватися і набухати, а також легко усихати і розтріскуватися. Тару виготовляють з деревини листяних і хвойних порід, останню не використовують для плодів і овочів через значний зміст ефірних масел і смолистих речовин. Дерев'яні ящики роблять тесовими (для упакування банок консервів, плодів, овочів) і фанерними – для пастили, цукатів, сушених плодів і овочів. Вони можуть бути суцільними і з невеликими просвітами (для збереження плодів і овочів, щоб вони дихали); виготовляють ґратчасті ящики-клітки для упакування скляних пляшок.

Фанерні ящики використовують для товарів з невеликою об'ємною масою (чай, кава, шоколад, макарони, тютюнові вироби), для деяких видів плодів і хліба при перевезеннях і зберіганні використовують відкриті ящики – лотки. Дуже поширені в практиці зберігання овочів контейнери, дерев'яні в металевій рамі ящики місткістю 450 – 500 кг.

Бочки використовують для зберігання сухих і рідких продуктів, їхня місткість дуже різна залежно від призначення: 15 – 250 л. Для надання бочкам водо- і газонепроникності їхню внутрішню поверхню покривають парафінами, спеціальними емаллями або вставляють поліетиленові укладки, що мають форму бочки. Бочки з осики і вільхи застосовуються для зберігання квашених овочів, повидла, варення. Букові бочки застосовуються для зберігання меду, дубові – для вин і пива. Соснові і букові бочки, покриті усередині водонепроникною емаллю, використовують для зберігання оселедця. Для зберігання маргарину, ясного порошку, сухого порошку молока застосовують бочки з тришарової фанери. Кошики і плетінки роблять з лозин ліщини, очерету, драмки (кошики для овочів, плетінки для ягід).

Текстильна тара – це щільні ляні, ляноджутові, джутові та інші мішки місткістю 25 – 100 кг. Їх використовують для сипучих ма-

теріалів – борошна, крупи, цукру, крохмалю, сирії кави. Мішки охороняють продукти від забруднень, але вони газопроникні і не охороняють від зволоження, розпилу, зараження комахами. Краще використовувати мішки з поліетиленовим покриттям.

Скляна тара – це пляшки, банки, балони, що використовуються для розфасовки плодових і овочевих консервів, рідких продуктів (молока, пива і ін.). Скло має високу стійкість до впливу солей, кислот і інших речовин. Тара зі скла може застосовуватися для зберігання будь-яких видів продуктів без погіршення їхньої якості. Вона охороняє продукти від зволоження і забруднень, але дуже крихка і має велику масу (50 – 80 % загальної ваги продукту). Для запобігання бою і для зручності транспортування упаковані у скляну тару продукти поміщають у картонні і інші ящики з перегородками.

Металева тара – це банки, туби, ящики, бочки, автоцистерни. Банки виготовляють з жерсті, покритої оловом або лаком; використовують для зберігання консервів, рідких і сухих продуктів (пасти, какао, кава і т.д.). Для виготовлення банок застосовують також алюміній і його сплави, що нешкідливі для організму людини і не впливають на смак і запах продукту (зараз алюміній набагато дорожчий для України). Недоліком алюмінію є менша міцність у порівнянні з жерстю. Усе більше поширення для розфасовки рідких продуктів (пасти, желе, пюре) набувають алюмінієві туби. Вони герметичні, добре захищають вміст від світла і повітря, економічні у виготовленні і використанні.

Дротяні кошики використовують для перевезення молочних продуктів; залізні ящики, контейнери – для перевезення розфасованої продукції; сталеві луджені й алюмінієві фляги – для перевезення молока, сметани, концентрату квасного суслу; автоцистерни – для безтарних перевезень борошна, молока, квасу, рослинної олії, пива, вин.

Як пакувальний матеріал використовують алюмінієву фольгу, це тонко прокачані аркуші (завтовшки 1 мм). Недолік – наявність наскрізних отворів, через які проникають водяні пари і гази; щоб це усунути, фольгу ламінують, тобто наносять на поверхню плівку поліетилену і каширюють (склеюють з тонким папером або лакують з одного боку, а з іншого – ламінують). Її застосовують для упакування шоколаду, чаю, цукерок, маргарину, морозива, плавлених сирів. З пофарбованої фольги виготовляють пробки для молока, тарілочки, лоточки для рибної кулінарії і заморожених готових блюд.

Картонна і паперова тара – ящики з картону і папіроліті, крафт-мішки, коробки, папір різного призначення.

Картонні ящики мають переваги перед дерев'яними, легші, портативні у розібраному виді, недорогі. Недоліки – низька водонепроникність, недостатня міцність. Для збільшення міцності склеюють 3 – 5 шарів гладкого і гофрованого картону, для попередження зволоження стінки просочують парафіном. Ящики місткістю до 40 кг використовують для кондитерських виробів, консервів, сирів, вершкового масла, маргарину, яєць, солі й ін. Для запобігання від зволоження сухого молока, яєчного порошку, сушених овочів у такі ящики розміщують поліетиленові укладки у виді мішків, краї якого термозварюють. Жиро- і водонепроникний картон використовують для виготовлення склянок, коробок для кисломолочних продуктів, для морозива; картонні парафіновані коробки – для фасування заморожених плодів, ягід, овочів.

Крафт-мішки виготовляють з 3 – 5 шарів добре проклеєного паперу (крафт-папір), що містить до 10 % лігніну (знаходиться в деревині). Тару застосовують для упакування бубликів, сухарів, макаронів, з поліетиленовими укладками – для упакування гігроскопічних продуктів (сухе молоко).

Папір залежно від виду і використання поділяється на обгортковий і захисно-пакувальний.

Обгортковий папір загального призначення використовується для упакування різних товарів і виготовлення пакетів. До паперу спеціального призначення відносять фруктовий, пляшковий (для загортання пляшок зі спиртними напоями), чайний (для розфасовки чаю).

Жиронепроникний папір – пергамент, кодпергамент, пергамін застосовують для упакування олії, маргарину, кулінарних жирів і продуктів, у яких треба зберегти аромат речовини (чай, кава, прянощі).

Для упакування кондитерських виробів, сиру застосовують парафінований папір.

Для виготовлення тетрапаків використовують папір, вкритий із зовнішньої сторони парафіном, а з внутрішньої – дубльований поліетиленом (для молока, вершків).

Широко використовують тару з полімерних матеріалів. Полімерні матеріали повинні бути механічно міцними, хімічно

стійкими, економічними, бездоганими в санітарно-гігієнічному відношенні, бути паро-, водо-, газонепроникними, здатними до термічного зварювання як основного способу герметизації упакувань.

Основні полімерні матеріали: лакований целофан, поліетилен, поліпропілен, полістирол, полівінілхлорид, поліетилентерефталат або їхні модифікації. Жоден з цих матеріалів не відповідає всім переліченим вимогам.

Целофан – відрізняється міцністю, мало газопроникний, бездоганий у санітарному відношенні. Але не стійкий до дії вологи і важко піддається термозварюванню.

Поліетилен – гарна водостійкість, хімічна стійкість, слабка паропроникність, легко піддається термозварюванню. Але не стійкий до масел і жирів, кислотопроникний.

Полівінілхлорид – прозорий, міцний, мало газо- і водопроникний, однак погано зварюється. Проте піддається окислюванню в агресивних середовищах, має низьку тепло- і морозостійкість.

Поліетилентерефталат – прозорий, газонепроникний, але погано зварюється.

Для виготовлення тари й упакувань випробуються комбіновані матеріали: целофан з поліетиленом; полімерні плівки з папером, картоном, фольгою. З перерахованих матеріалів готують різну тару: ящики і лотки. Для їхнього виготовлення застосовують поліетилен високої щільності або полістирол. Такі ящики легкі, не б'ються, не гниють, легко миються, не мають цвяхів і гострих вузлів, вони не ушкоджують товари під час перевезення. Така тара не вимагає ремонту і при поломках може бути використана для вторинної переробки. Становлять інтерес туби з поліетилену і полістиролу для упакування соусів, джему, повидла.

Перспективними вважаються коробки з полівінілхлориду місткістю 30–50 – 200–250 г для збереження джему, варення.

Жорстку тару з термостійких матеріалів (поліпропілену, поліетилену, поліетилентерефталату) використовують для упакування продуктів з наступною стерилізацією в тарі.

Пакети з полімерних плівок використовують для розфасовки овочів, плодів, заморожених продуктів.

Найбільш раціональне упакування вибирають з урахуванням властивостей товару, умов і термінів транспортування, зберігання і реалізації.

Останнім часом на ринок України надходить дуже багато ліній для упакування продуктів, у яких використовуються конкретні види пакувальних матеріалів. Найбільшого поширення для фасування асептичним способом харчових продуктів набула напівжорстка тара з комбінованих матеріалів системи Тетра – Брик – Асептик (ТБА), в яких використовується автоматичне устаткування фірми Тетра – Лаваль – Фуд (Швеція). Автомати такого типу працюють на рулонному матеріалі і поєднують в одному процесі стерилізацію пакувального матеріалу, формування упакування, наповнення продуктом і герметизацію. Упакування виготовлені з чотиришарового матеріалу: поліетилен – папір – алюмінієва фольга – поліетилен. Ці упакування мають прямокутну форму з плоскою верхньою частиною (для молока, соку).

Наприклад, сік: його стерилізують при температурах 100 – 121°C в залежності від виду соку, витримують дві хвилини, охолоджують до 25 °C і подають в автомат на розлив під тиском не нижче 0,05 МПа. Пакувальний матеріал у виді рулону в автоматі розгортається в стрічку, що стерилізується 38 % розчином перекису водню, потім розчин перекису видаляється зі стрічки продуванням гарячого повітря при температурі 250 – 270 °C з обох сторін стрічки, яка формується в рукав, зварюється і заповнюється стерильним продуктом. По мірі заповнення труби продуктом поперечні зварювальні елементи проводять зварювання поперечних швів, а потім на ділянці вирубки розділяють упакування. На подовжній шов наклеюється стрічка, що забезпечує герметичність упакування.

1.2. Підготовка сировини до виробництва

Способи підготовки різноманітні, як різноманітна сировина і готова продукція. Загальні вимоги при цьому: розтарювання й обробка таким чином, щоб забезпечити зручне дозування.

При виконанні операції підготовки необхідно строго дотримуватися санітарно-гігієнічних вимог для того, щоб виключити додаткове обсіменіння мікрофлорою і запобігти забрудненню продукта.

При підготовці до виробництва сировина зважується, для чого використовують різні види ваг.

Для сипучих матеріалів (борошно, цукор) при тарному зберіганні мішки очищають зовні щітками від пилу і забруднень, акуратно розпорюють по шву, кінці й обривки шпагату складають у спеціальні збірники. Після витрушування мішків над просіювальними машинами в них залишається деяка кількість матеріалу, і їх вибивають на спеціальній машині. Зібраний вибій у зв'язку зі вмістом у ньому пилу і волокон мішківини для виготовлення виробів непридатний. Це борошно йде на корм худобі, а також для приготування клейстеру.

Якщо для вироблення напівфабрикатів необхідне підсортування одного матеріалу до іншого, змішування потрібно проводити перед просіванням. Для видалення випадкових домішок борошно і крохмаль просівають через сито з діаметром отворів близько 2 мм, цукор – через сито з діаметром отворів не більш як 3 мм. Для просівання використовують бурані і просіювачі типу «Піонер». Кожна машина обладнана магнітами для звільнення від ферродомішок. Просіяне борошно надходить у виробництво через систему шнеків, елеваторів, автовагів, що сприяє її аерації.

При безтарному зберіганні борошна аерація проводиться безпосередньо при прийманні борошна в автомуковозах. Аерація поліпшує хлібопекарські властивості борошна. Взимку перед подачею борошна у виробництво його необхідно витримати при температурі не менш як 15°C.

При готуванні цукрового сиропу сипучий цукор просіюють через сито з діаметром отворів не більш як 5 мм. Сироп проціджують крізь сита з діаметром отворів не більш ніж 1,5 мм. Грудковий цукор спочатку розчиняють у теплій воді, потім все роблять так само.

Патоку перед пуском у виробництво підігривають до температури 40–50 °C для зменшення в'язкості і проціджують через сито з діаметром отворів 2 мм. При зберіганні патоки в баках великої ємності останні обладнуються змішувачами для подачі гострого пару і через відвід унизу відбирають потрібну кількість.

При розпакуванні масел та жирів їх перевіряють на відсутність сторонніх предметів. При наявності цвілі і забруднення ретельно очищують поверхню на алюмінієвих або нержавіючих столах. Транспортування розпакованих жирів усередині цеху проводять у чистому

закритому посуді. Жири нарізають на шматки і переглядають. Якщо тверді жири застосовують у розплавленому вигляді, то їх проціджують через сито з діаметром отворів 2 мм.

Свіже молоко при переливанні з бідонів проціджують через сито з діаметром отворів 0,05 мм, попередньо бідони миють, чистять і протирають.

Згущене молоко розводять теплою водою до вологості 88 %. Сухе молоко до тієї ж вологості доводять теплою водою, залишають на одну годину для набрякання. Після розведення згущене і сухе молоко проціджують через сито з діаметром отворів 0,05 мм.

У харчовій промисловості застосовується тільки куряче яйце, воно усередині стерильне. Зараження харчових продуктів (сальмонельоз) відбувається за рахунок обсіменіння. Курячі яйця піддаються спеціальній санітарній обробці, щоб зберегти їх вміст при розбиванні від шкідливих мікроорганізмів. Для цього яйця ретельно очищують від стружок, соломи тощо, укладають після цього у два-три ряди в металеві сітчасті відра і вручну миють у чотирьохсекційній ванні. Великі виробництва використовують механічний спосіб обробки на спеціальних машинах.

У першій секції мийку проводять теплою водою. Якщо яйця сильно забруднені, то після попереднього замочування їх миють волосяними щітками. В другій секції їх витримують у 2 % розчині хлорного вапна 5 хв. У третій секції – обмивають 2 % розчином соди. У четвертій секції – споліскують 5 хв. у чистій проточній воді. Після мийки яйця просушують і переносять в інше приміщення для розбивання, яке називають яйцебитним, або розбивають на ізольованому від напівфабрикатів і готових виробів столі. Столи для розбивання яєць роблять з металу – алюмінію або нержавіючої сталі, з мармуру (але не з крихти) або з твердих порід дерева – дуб, бук, береза. Кришки столів не повинні мати щілин і шорсткостей.

Для розбивання яйця використовують пристрої: ножі-підставки (лоток з ножем, під яким стоїть чашка). Ніж і чашку виготовляють з алюмінію або нержавіючої сталі. Ніж роблять знімним, щоб його і чашку кожної зміни мити водою із содою і кип'ятити.

Вміст розбитого яйця перевіряють за запахом і зовнішнім виглядом. В одну чашку розбивають не більш як 5 яєць. Після перевірки

вміст переливають через нержавіюче сито з діаметром отворів близько 3 мм у чистий посуд із кришкою.

При розкриванні заморожених яйцепродуктів металеві банки з меланжем попередньо обмивають теплою водою. Для відтавання банки поміщають у спеціальні ванни з теплою водою (45 °С). Тривалість відтавання 2,5 – 3 год; після чого банки розкривають. Потім меланж відціджують через сито з діаметром отворів 3 мм. У розмороженому виді меланж повинний бути використаний протягом 3 – 4 год (знову заморожувати його не можна, бо відбувається денатурація білка). Відкривати банки потрібно спеціальним ножом. Необхідно стежити, щоб обрізки жерсті не потрапили в меланж.

Розбивку яєць і відтавання меланжу треба проводити в різних приміщеннях, світлих і добре вентильованих. Інвентар і посуд необхідно тримати у чистоті.

Яечний порошок розводять у теплій воді (50 °С) до вологості маси 25 – 30 % у збивальній машині з числом оборотів мішалки 100 об/хв. Протягом однієї години масу витримують, щоб відбулася гідратація (набрякання) білків. Потім уміст проціджують через сито з діаметром отворів менше як 3 мм. Це найбільш сучасний вид сировини цього виду продуктів.

Концентровані плоди і ягоди (джеми, варення, повидла, компоти) готують до виробництва так. Банки (бочки) обмивають теплою водою. Розкриті місткості необхідно обережати від потрапляння в них сторонніх предметів. Особливу обережність треба виявляти зі скляною тарою.

Пюре протирають на протиральній машині (або на ситі з діаметром отворів не більше як 1,5 мм лопаткою). Густі фруктовоягідні заготівлі попередньо прогрівають або розводять цукровим сиропом з наступним протиранням через сито з діаметром отворів 3 мм. При використанні свіжих овочів проводять перебирання, калібрування, видаляють домішки. Тепер створені електричні пристрої, що сортують продукти за кольором або за його інтенсивністю.

Для очищення овочів від шкірки застосовують механічний, хімічний, вогневий, паровий та інші методи.

Для звільнення ядер горіхів від оболонок проводять термічну обробку, а потім очищають на металевих ситах або спеціальних пристроях.

Порошки какао і кави просівають через сито з діаметром отворів понад 0,3 – 0,5 мм.

Розпушувачі – сода і вуглекислий амоній подрібнюють до порошкоподібного стану на дезінтеграторах і просівають через сито з діаметром отворів 1,5 – 2 мм або одержують розчини і проціджують їх через сита з діаметром отворів 0,5 мм. Температура води не повинна перевищувати 24 °С, бо речовини почнуть розкладатися і функціональні властивості будуть втрачені.

Барвники бувають у вигляді порошку або пасти. Їх розчиняють у гарячій воді (70 – 80 °С) і фільтрують через сито з діаметром отворів не більше як 5,5 мм. Перед використанням фільтрують ще раз.

М'ясні продукти – м'ясні туші, напівтуші, чверті – розморожують у воді або на повітрі методом поверхневого нагрівання. Процес йде дуже повільно, викликає втрату якості сировини чи погіршення якості.

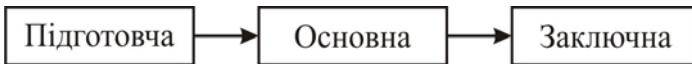
Інший спосіб відтавання – застосування НВЧ-нагрівання, при цьому дефростація (розморожування) йде об'ємно. Після розморожування й розроблення на шматки їх промивають.

ГЛАВА 2.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДГОТОВЧОЇ СТАДІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1. Характеристика сировини в залежності від терміну її збереження

Узагальнена структурна схема технологічної лінії будь-якого харчового виробництва складається з трьох стадій:



Основними факторами, що визначають якості харчових продуктів, є властивості сировини, з якої вони готуються.

Для більшості харчових продуктів сировина – це продукція сільського господарства. Із сировини низької якості не можна одержати високоякісну харчову продукцію. Якість сировини регламентується нормативною документацією, перед використанням якість сировини повинна піддаватися ретельній перевірці.

На якість сировини істотно впливають умови зберігання і транспортування. При зберіганні сировини завжди мають місце її втрати, що обумовлені властивостями сировини й умовами її зберігання. Розрізняють два види втрат: зміни якості і втрати маси. Зміни якості сировини пов'язані зі зменшенням у ній корисних речовин і з втратою її доброякісності, кількісні втрати пов'язані з втратою маси. Обидва види втрат взаємозалежні.

Підготовча стадія технологічного процесу складається із зберігання сировини і її підготовки до виробництва.

На зберігання харчової сировини впливають хімічний склад і інтенсивність процесів, що протікають в ній: фізико-хімічні, хімічні, біохімічні, мікробіологічні.

У залежності від розглянутих факторів сировину поділяють на три групи.

Сировина, яка швидко псується – з великим вмістом вологи (понад 40 %). До цієї групи сировини відносять молоко, м'ясо, овочі, фрукти. Наявність у ній жиру, білків, вуглеводів, вітамінів робить її

предметом мікробного псування. В ній активно протікають хімічні та біохімічні процеси.

Сировина тривалого зберігання – має низький вміст вологи (10 % і менше). До цієї групи сировини відносять зерно, борошно, крупи, цукор, рослинну олію.

Сировина тривалого зберігання має консерванти або піддавалася термічній обробці. До цієї групи відносять варення, вина, консерви.

Зміни якості і втрати сировини при зберіганні залежать від спільної дії різних причин, від їх спрямованості й інтенсивності процесів, що протікають. У деяких продуктів на початку визначеного періоду при зберіганні показники якості можуть поліпшуватися (вина, коньяки).

Створення умов зберігання, які б дозволили зберегти якість сировини і зменшити її втрати, потребують вивчення руйнівних процесів.

2.2. Види руйнівних агентів і процеси, що відбуваються при зберіганні сировини

Руйнівні агенти можуть знаходитися як у сировині, так і в навколишньому середовищі. До них відносять: ферменти, реакційно-здатні речовини сировини, мікроорганізми, шкідники, активні речовини навколишнього середовища, світло. Діючи одночасно, всі ці руйнівні агенти викликають різноманітні процеси в сировині при її зберіганні.

Фізичні і фізико-хімічні процеси відбуваються під дією таких факторів: температура, вологість, газові складові повітря, світло, механічні впливи.

При сорбції газу маса продукту зростає, сипкість знижується, сировина злежується. Можливе посилення мікробіологічних процесів.

При десорбції плоди й овочі в'януть і псуються, рідкі продукти втрачають свої властивості.

Деякі види сировини при зберіганні можуть втрачати ароматичні речовини або набувати небажаних смаку і запаху. Це відбувається внаслідок дифузії ароматичних речовин у навколишнє середовище або поглинання сировиною летучих речовин, що виділяються з товарів, що зберігаються поруч.

Тому при розміщенні сировини в складах треба дотримуватися правила товарного сусідства. Товари, що мають сильно виражений запах (сир, оселедець) і легко віддають його в навколишнє середовище, не можна зберігати поруч із продуктами, що легко поглинають цей запах. Продукти, що містять ароматичні речовини, повинні бути упаковані в газо- і паронепроникну тару.

Причинами появи стороннього запаху можуть бути: тара, наприклад, шухляди з хвойного дерева, пакувальний папір, складське приміщення.

При зберіганні деяких продуктів відбуваються процеси кристалізації (мед, цукор, сироп) – їх розвиткові сприяє температура; старіння біополімерної сировини (крохмаль, білки). Це призводить до змін реологічних властивостей сировини. Здатність полімерів до набрякання і розчинення погіршує якість продуктів при зберіганні.

Значні зміни і втрати сировини відбуваються в результаті механічних ушкоджень продуктів і тари. При цьому продукти піддаються мікробному псуванню. Втрати сировини зростають за рахунок забруднень.

Хімічні процеси протікають без участі ферментів і мікроорганізмів.

Згіркнення жирів – це окисне псування продукту під дією кисню повітря. При цьому відбуваються складні перетворення, що супроводжуються накопичуванням у жирі різних шкідливих речовин, у тому числі і токсичних. На швидкість згіркнення впливають ступінь насиченості кислот, що входять до складу жиру, температура зберігання, присутність каталізатора, наявність антиоксидантів.

Іншим видом хімічного процесу, що протікає при зберіганні продуктів, є неферментативне потемніння, пов'язане з реакцією карамелізації сахарів і реакцією меланоїдиноутворення (це реакція між азотутримуючими речовинами і карбонільними з'єднаннями). Ці процеси негативно впливають на харчову цінність продуктів, їхні органолептичні достоїнства. Змінюється колір, з'являється сторонній смак і запах. Сповільнює ці процеси зниження температури зберігання. Ефективним інгібітором є сірчиста кислота і її ангідрид.

При зберіганні продуктів у металевій тарі відбувається розчинення металу і накопичення його в продукті, а це, в свою чергу, активує хімічні процеси, які призводять до погіршення якості сировини.

Біохімічні процеси – це процеси, обумовлені дією ферменту, що знаходиться в сировині. Найбільш важлива роль ферментів при протіканні таких процесів: дихання, гідролітичні процеси, автолітичні процеси.

Дихання пов'язане з дією окисно-відновлювальних процесів. Особливо активно воно проходить у післязбиральний період у рослинній сировині. Процес дихання супроводжується втратою маси, виділенням тепла і вологи, зміною складу атмосфери.

Гідролітичні процеси протікають під дією гідролаз (це ферменти третьої групи). Відбувається гідроліз білків, жирів, вуглеводів і, як правило, ці процеси погіршують смак і запах продукту, є причиною значних втрат.

Автоліз (саморозчинення) – цей процес протікає в тканинах м'яса і риби, у клітинах дріжджів. У результаті автолізу відбувається амікаліз глікогену (тваринного крохмалю) з утворенням молочної кислоти і розщеплення білків м'язової тканини. Автоліз забезпечує післяубойне дозрівання м'яса, збільшує його ніжність і соковитість, поліпшує смак і запах. При глибокому автолізі відбувається розпад білків і жирів, з'являється кислий смак, збільшується виділення м'ясного соку. Риба придатна до їжі тільки в початковій стадії автолізу.

Однією з головних причин псування сировини при зберіганні є розвиток мікроорганізмів. У мікробіологічних процесах розрізняють бродіння, гниття і пліснявіння сировини.

Бродіння – це процес окисного розщеплення безазотних органічних речовин під дією ферментів, що виділяють мікроорганізми (дріжджі, бактерії, пліснявілі гриби). Можливе протікання спиртового, молочнокислого, оцетокислого, протеїнового бродіння. Спиртове бродіння викликається дріжджами роду *Saccharomycetes*, молочнокисле – гаммаферментативними бактеріями, тобто тип продуктів розкладу (спирт або кислота) залежить від типу, виду і раси мікроорганізмів.

Гниття – це глибокий розпад білків і продуктів їхнього гідролізу. Процес збуджують гнилобактерії *Bas. subtilis*, *Bas. misimierins*. На початкових етапах відбувається розщеплення білка, дезалкілірування декарбоксиамінокислот. Потім відбуваються зміни продуктів, що утворилися на першому етапі. До продуктів розпаду відносяться аміак, аміни, фенол, крезол. Вони мають неприємний запах і токсичні. Усе це робить продукт непридатним до використання.

Пліснявіння обумовлене розвитком пліснявих грибів, що утворюються на поверхні продуктів у виді пухнатою нальоту і цвілі різного кольору.

Пліснявінню сприяє висока відносна вологість повітря. Плісняві гриби розщеплюють білки, жири, вуглеводи. Продукти набувають неприємного смаку і запаху. В результаті утворюються афлоноксини – дуже шкідливі речовини.

2.3. Шкідники харчових продуктів

Великих збитків при зберіганні сировини наносять шкідники, до яких відносять комах і гризунів. Вони з'їдають харчові продукти, забруднюють їх своїми екскрементами, переносять мікроорганізми, а часто є переносниками інфекційних захворювань.

Це комах: кліщі, жуки, метелики і молі. З гризунів найбільш небезпечні миші і пацюки.

У залежності від ступеня зараження продукту й умов зберігання заходи боротьби зі шкідниками поділяються на попереджувальні і винищувальні.

Запобіжні заходи включають санітарно-гігієнічні заходи, спрямовані на підтримання відповідного санітарно-гігієнічного стану приміщень. До них відносять знезаражування тари, транспортних засобів і складів, зберігання продуктів при визначеному температурно-вологісному режимі, несприятливому для розвитку комах.

Для боротьби з гризунами створюють умови, що попереджають їхнє потрапляння в склади.

Винищувальні методи розділяють на фізико-механічні і хімічні. Їх застосовують як неминучу необхідність при виявленні заражених продуктів.

З фізико-механічних методів слід зазначити активну вентиляцію приміщень і термічну обробку заражених продуктів. Проти гризунів використовують різного роду капкани.

До хімічних засобів боротьби відносять дезінфекцію – обробку приміщення рідкими і газоподібними речовинами. Для боротьби з гризунами застосовують отруєні принади.

2.4. Види втрат харчових продуктів

Кількісні втрати харчових продуктів підрозділяють на природне зменшення маси і нормовані втрати до реалізації.

Природна втрата – це зменшення маси сировини, що обумовлено проявом її властивостей. Воно виникає в нормальних умовах зберігання і транспортування сировини при використанні видів тари і упакування, які рекомендуються. Основними причинами виникнення природної втрати є усушка, розпилення, витікання, розкришування, розлиття.

Усушка зв'язана з випарюванням вологи і втратами летучих речовин. Величину усушки можна зменшити, використовуючи спеціальне упакування – паро- і водонепроникне, дотримуючись оптимального режиму зберігання.

Розпилення – це втрати маси продуктів, які тонко здрібнені. Вони виникають при розтарюванні, при перевезеннях і при зберіганні продуктів.

Витікання – характерне для продуктів рідкої консистенції або для продуктів, що мають рідку фракцію. Цей вид втрат зв'язаний з витіканням із продукту жиру, що просочується крізь пакувальний матеріал. Він має місце при витіканні клітинного соку з тканини м'яса і риби; при розморожуванні; при зберіганні в дерев'яній тарі квашених овочів, топленого масла, сметани.

Розкришування має місце при рубанні і різанні мороженого м'яса і риби.

Розлиття – тип втрат, що утворюються при переливанні продукту з однієї тари в іншу, при цьому частина продукту залишається на стінках тари або пристроїв для переливу.

Природна втрата маси утворюється також за рахунок біохімічних процесів: дихання зерна, плодів і овочів.

Встановлені норми природного збитку диференційовані за групами товарів, термінами зберігання, порами року, кліматичними зонами, типами зберігання і видами тари. Враховують тип транспорту, відстань перевезень і пору року при перевезеннях.

Втрати, нормовані до реалізації, утворюються при підготовці сировини до використання або при реалізації товарів (зачищення масла, перетарювання, різання й ін.). До цього ж виду втрат відносять витікання рідких продуктів при розтарюванні молока, вершків і ін.

2.5. Режими і способи зберігання харчових продуктів

Режими зберігання визначаються: температурою, відносною вологістю повітря, газовим складом атмосфери, освітленістю, повітрообміном, санітарним станом приміщення.

Температура є найважливішою умовою збереження продукту; вона впливає на інтенсивність усіх процесів, що протікають при зберіганні. З підвищенням температури підсилюється випаровування вологи, підвищується активність ферментів, мікроорганізмів і шкідників, що призводить до збільшення втрат.

У залежності від типу і складу харчових продуктів встановлюється діапазон температур для зберігання:

- $-18^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}$ – оптимальна температура для зберігання заморожених продуктів;
- $-0^{\circ}\text{C} - +4^{\circ}\text{C}$ – яєць, рослинної олії, молочних продуктів, плодів;
- $-20^{\circ}\text{C} - +25^{\circ}\text{C}$ – продуктів зі зниженою вологістю: борошно, крупа, цукор, крохмаль, прянощі;
- $0^{\circ}\text{C} - +25^{\circ}\text{C}$ – зберігання консервованої продукції (виключається мікробіологічне псування, а наявність тари виключає усушку; хімічні процеси при цьому відбуваються).

При зберіганні харчових продуктів небажані температурні перепади, тому що при цьому підсилюються хімічні і мікробіологічні процеси в зв'язку з тим, що може формуватися краплинна волога на поверхні продуктів. Не виключена також корозія консервних банок і бляшаних кришок.

Небажані коливання температури при зберіганні заморожених продуктів, тому що це веде до перекристалізації води – розміри кристалів збільшуються, що призводить до розриву клітин і витікання клітинного соку; при розморожуванні втрати різко збільшуються.

Вологе повітря, як носій вологи, характеризується абсолютною і відносною вологістю. Абсолютна вологість визначається кількістю водяної пари в кг, що утримується в 1 м^3 вологого повітря. (Це маса 1 кг пару).

Відносною вологістю або ступенем насиченості повітря називається відношення маси водяної пари в 1 м^3 вологого повітря за даних

умов, температури і загального барометричного тиску до максимально можливої маси водяних парів в 1 м³ повітря за тих самих умов.

Точка роси – температура повітря, при якій відбувається повне насичення його водою, 100 % відносна вологість.

Оптимальна вологість повітря визначається вологістю продукту:

- 1) Продукти з високою вологістю, тобто понад 40 % (наприклад, овочі). Велика частина вологи знаходиться у вільному стані; продукти не гігроскопічні; зберігати потрібно при вологості повітря 85–95 %.
- 2) Вологість продукту знаходиться в межах 10–40 % (наприклад, сир, яйця). У них велика частина води знаходиться у зв'язаному стані. Вони воложаться легше, ніж віддають воду. Вологість повітря при зберіганні повинна бути в межах 75–85 %.
- 3) Вологість продукту менше 10 % (наприклад, чай, цукор, сіль). Вода знаходиться в зв'язаному стані. Вони дуже гігроскопічні, тому вологість повітря при їхньому зберіганні повинна бути 65–70 %.

Нормальне газове середовище характеризується таим складом: кисень – 21 %, азот – 78 %, двооксид вуглецю – 0,03 %, інше – інертні гази.

Таке середовище не є бажаним для зберігання харчових продуктів, тому що має велику кількість кисню, що призводить до окисних процесів (згіркнення масла, зміна смаку і кольору вин). Необхідною умовою зберігання є зниження вмісту кисню в системі. В даний час для зберігання деяких продуктів застосовуються змінені газові системи (вводять у систему велику кількість азоту або інертних газів – дуже ефективне зберігання; іноді зберігають при високій концентрації двооксиду вуглецю).

Спосіб зберігання, у якому підтримується бажаний вміст компонентів газового середовища, називається зберіганням у регульованому газовому середовищі (РГС).

При цьому способі зберігання затримуються процеси перезрівання плодів, гальмуються мікробіологічні і фізіологічні (наприклад, ріст зародка) процеси в сировині. Створення регульованого газового середовища можливе в добре герметизованих приміщеннях, обладнаних спеціальною апаратурою. Одним з варіантів зберігання є використання поліетиленових плівок. Це зберігання сировини в модифікованому газовому середовищі. Створюється модифіковане газове середо-

вище за рахунок дихання плодів і овочів унаслідок селективної (виборчої) проникності клітин для двооксиду вуглецю і кисню. Краще через плівки проходить двооксид вуглецю (чим більше двооксиду вуглецю, тим швидше дозрівають плоди). В останні роки для видалення кисню із середовища прийнято використовувати фермент глюкозооксидази (глюкоза окислюється киснем і створюється безкисневе середовище).

Світло прискорює багато процесів, що відбуваються в харчових продуктах. На світлі швидше руйнуються цінні харчові речовини, такі як вітаміни, поліфеноли, окислюються жири, вицвітають лікерогорілчані вироби, прискорюється проростання овочів, зеленіють бульби картоплі (у них накопичується солонин – отрутний глюкозид). Більшість видів сировини необхідно зберігати в затемнених приміщеннях.

Однак світло не справляє негативної дії на якість консервів, макаронних і хлібних виробів, тому їх зберігають у світлих складах. Необхідно враховувати, що ультрафіолетові промені мають бактерицидну дію. Тому іноді для знезаражування складських приміщень використовують ультрафіолетове випромінювання.

Вентиляція забезпечує створення рівномірного гідротермічного режиму, видаляє газоподібні речовини, що виділяють продукти.

У залежності від способу подачі повітря розрізняють пасивну і примусову вентиляцію.

При пасивній (природній) вентиляції повітрообмін здійснюється за рахунок різниці температур зовнішнього середовища і складу.

При примусовій вентиляції в приміщення подається повітря з визначеною швидкістю і визначеними параметрами (температура і вологість). При проведенні приточно-витяжної вентиляції потік повітря обмиває штабель продукції, не проникаючи усередину штабелю. Такий вид вентиляції використовують при зберіганні м'яса, риби, вершкового масла.

При активній вентиляції повітряний потік проходить крізь насип продукту й обмиває його окремі екземпляри (зберігання картоплі, буряка, зерна).

За режимом зберігання встановлюється строгий контроль, тому що будь-яке його порушення приводить до зниження якості сировини. Для вимірювання температури в складах застосовують термометри різних марок і термографи, що реєструють усі зміни температури при зберіганні (бувають добові і тижневі).

Відносну вологість повітря визначають за допомогою психрометрів, автоматичне визначення здійснюється за допомогою гігрографів.

Санітарний режим – необхідна умова зберігання харчових продуктів. Приміщення повинне бути чистим і добре вентиляльованим. Підготовку приміщень проводять в три етапи:

- з приміщень видаляють залишки товарів, насамперед зіпсованих;
- проводять дезінфекцію приміщень окурюванням сірчистим ангідридом (SO_2); миють стіни, підлогу і устаткування формаліном тощо;
- роблять побілкау стін гашеним вапном, що забезпечує додаткове знезаражування приміщень.

За якістю сировини, що зберігається, необхідно стежити щодня. Зіпсовані продукти видаляють, з появою комах їх знищують механічним очищенням або зниженням температури нижче 3°C , або підвищенням температури продукту до температури 45°C , або проводять хімічну обробку.

ГЛАВА 3. ХЛІБНІ ЗЛАКИ

3.1. Загальна характеристика

До хлібних злаків відносяться найважливіші продовольчі культури: пшениця, жито, ячмінь, овес, кукурудза, просо, сорго, рис.

Виробництво зерна (чи зернівки – плід однолітніх злакових рослин) є провідною галуззю сільського господарства. Це пов'язано з тим, що зернові продукти – не тільки безпосередні продукти харчування (у вигляді хліба, макаронних виробів, круп і ін.), а й основа кормової бази для тваринництва.

Безпосередньо в їжу людина щорічно споживає близько 140 кг різних продуктів із зерна. Однак для повного розв'язання проблеми харчування необхідно на одну людину в рік виробляти не менше як 1 т зерна.

Внутрішню будову зерна складають три частини: оболонка, ендосперм і зародок.

Оболонка багата клітковиною і захищає насіння від зовнішнього середовища, на її частку в зерні пшениці приходить від 5,6 до 8,9 %.

В ендоспермі (80 – 81 %) розрізняють периферичний пласт, що безпосередньо прилягає до оболонки. Цей пласт надзвичайно багатий біологічно активними речовинами і його називають алейроновим. Під алейроновим пластом розташовуються крупні тонкостінні клітини різноманітної форми, що займають усю внутрішню частину ендосперму. Ці клітини заповнені крохмальними зернами різної величини, а в проміжках між ними розташовані білкові речовини.

Від кількісного співвідношення анатомічних частин зерна, що мають різну харчову цінність, залежить вихід і склад борошна. Нерівномірність розподілу основних хімічних сполук по окремих анатомічних частинах зернівки дозволяє при здрібнюванні зерна одержати борошно, що відрізняється за хімічним складом. Технічні прийоми, використовувані в борошномельному виробництві, дозволяють відокремити оболонки разом з алейроновим пластом (у виді висівок), а здрібнений ендосперм при цьому дає борошно з підвищеним вмістом мінеральних речовин, білків і вітамінів.

3.2. Вимоги до зерна

До зерна, що надходить на зерноприймальні пункти чи борошномельні заводи, пред'являється ряд вимог, виконання яких забезпечує гарну якість борошна.

Зерно повинне бути доброякісним, повноцінним, тобто свіжим, цілком доспілим, добре виконаним (з високим вмістом ендосперму, у протилежному випадку зерно щупле), не прілим, не мороженим, не прослим, не ушкодженим польовими і комірними шкідниками.

Наявність домішок у зерні зменшує його харчову цінність, погіршує смакові властивості, нерідко буває отрутною. Домішки підрозділяють на зернові і смітні: до зернових відносять ушкоджені зерна основної культури і зерна інших культурних рослин.

За своїм складом смітна домішка неоднорідна. До неї відносять: мінеральну домішку (грудочки землі, галька і ін.); органічна домішка (частини стебел, листків, оболонки й ін.); насіння дикоростучих рослин; насіння культурних рослин, що не відносяться до зернової домішки.

У складі смітної домішки особливо виділяють шкідливу домішку, що може викликати отруйне людини і тварин. До шкідливої домішки відносять: різні хвороби рослин, зерна, яке уражені фузаріозом, а так само отрутні насіння бур'янистих рослин (гірчака, софори, мишаніка, геліотропа). Вміст шкідливої домішки строго нормується й у сумі не повинний перевищувати 1 % від маси зерна.

Зерна досліджуваної культури, цілі й ушкоджені, але не віднесені до смітної чи зернової домішки, вважаються основним зерном.

3.3. Очищення зерна від домішок

Для очищення зерна основної культури від домішок, що відрізняються від нього аеродинамічними властивостями, застосовують повітряні і пневматичні сепаратори. До домішок, що називають легкими, відносять квіткові оболонки, частини стебел і колосків, полову, насіння бур'янистих рослин, щуплі зерна основної культури й ін. Пневматичні сепаратори поряд з очищенням від легких домішок відокремлюють зерно від транспортуючого повітря.

На борошномельних заводах, обладнаних комплектним устаткуванням, використовують повітряні сепаратори, а для пневмотранспор-

тування і для відділення транспортуючого повітря від зерна – циліндричні пневмосепаратори.

Для очищення зерна від домішок, що відрізняються від нього геометричними розмірами (шириною і товщиною), застосовують ситові сепаратори.

Повітряно-ситові сепаратори додатково очищують зерно від домішок за аеродинамічними властивостями. У них зерно очищують від дрібних і великих домішок на ситах, а від легких – у пневмосепаруючих каналах до надходження зерна на сита і на виході з машини.

Для виділення домішок, що відрізняються від зерен основної культури довжиною, застосовують трієри. Найбільш широке застосування на зернопереробних підприємствах одержали дискові трієри. Для відділення від пшениці вівсюга і вівса, а так само для очищення застосовують дисковий трієр. Основною його деталлю є диски з кишенеподібними комірками на бічних поверхнях. На спицях дисків закріплені гонки, призначені для перемішування зернової суміші і транспортування її уздовж трієра. Диски розташовані так, що гонки утворюють гвинтову лінію уздовж вала. При обертанні диска пшениця заповнює кишенеподібні ячейки і під дією відцентрової сили і сили ваги відкидається у вихідний патрубок і виводиться з трієра. Довгі домішки не захоплюються ячейками. Гонками на дисках вони транспортуються уздовж трієра до стінки перевантажувача, накопичуються і через отвір у бічній стінці потрапляють у накопичувальне відділення трієра, відкіля ковшовим колесом подаються в контрольне відділення. Тут спочатку відокремлюються зернівки пшениці, що потрапили разом з довгими домішками, після чого домішки випускають із трієра.

У зерні, що надходить у зерноочисне відділення борошномельного заводу, як правило, міститься галька, крупний пісок, шматочки руди, шлаку, землі, черепашнику й ін. (це поєднують загальною назвою «мінеральні домішки»). За геометричними розмірами і аеродинамічними властивостями вони настільки подібно зернівок основної культури, що не можуть бути виділені на ситах, у трієрах чи повітряним потоком. Тому ці домішки відносять до тих, що важко відокремлюються.

Для очищення зерна від таких домішок використовують камневідокремлюючі машини. За принципом дії їх можна розділити на вібраційні, вібропневматичні, гідродинамічні.

Основою робочого процесу машин першої групи є використання інерційних сил, що виникають у сипучому середовищі при коливаннях поверхні, яка сортує. Розпластування і поділ різнорідних компонентів суміші відбувається внаслідок їхнього розходження за розмірами, формою, власне поверхнею чи за сукупністю показників. Це машини з круговим поступальним рухом робочого органа в горизонтальній площині. В основу процесу очищення зерна від мінеральних домішок покладена різниця щільності зерна ($1300 - 1400 \text{ кг/м}^3$) і мінеральних домішок ($1900 - 2800 \text{ кг/м}^3$), а так само розходження коефіцієнтів тертя.

У другу групу входять машини, в яких використовують висхідний потік у сполученні з коливаннями поверхні, що сортує. Це машини із зворотно-поступальним рухом у горизонтальній площині.

До третьої групи відносять машини, в яких осадження мінеральних домішок відбувається в потоці води. Щодо ефективності поділу цей спосіб дає гарні результати. Недоліком є необхідність наступного сушіння зерна і відходів.

Роботу каменевідокремлюючих машин вважають ефективною, якщо забезпечується видалення 75 % мінеральних домішок.

У зерновій суміші, що надходить на борошномельні і круп'яні заводи, а так само в продуктах переробки зерна й у готовій продукції (борошні, крупах) можуть бути металомагнітні домішки, які не можна виділити в сепараторах і трієрах.

Металомагнітні домішки дуже різноманітні за формою, розмірами і походженням: предмети, що випадково потрапили (цвяхи, шматочки металу, залізної руди і т.п.), і частки, що попадають у продукт у результаті зносу робочих органів, виготовлених зі сталі (бичі, решета й ін.). Наявність таких домішок може призвести до іскроутворення чи пошкодження робочих органів машин. Особливо небезпечно і небажано попадання металомагнітних домішок у готову продукцію.

У технологічному процесі переробки зерна на борошномельних заводах передбачена установка магнітного захисту практично перед кожним наступним апаратом, що входить в технологічну лінію. Наприклад, після бункерів неочищеного зерна і дозаторів, перед трієрами, вальцовими верстатами і інше, а так само на контролі готової продукції.

3.4. Зберігання зерна

Для зберігання зерна борошномельні заводи обладнані складами й елеваторами. Усі процеси приймання і зберігання зерна цілком механізовані.

Найважливіші фактори, що впливають на властивості зерна та його стан: температура, вологість зерна і навколишнього середовища, ступінь аерації зернової маси. Базова вологість зерна при прийманні 14,5 %, гранично припустима 15 %. Якщо вологість вища, то зерно необхідно спочатку підсушувати.

У світовій практиці застосовується в основному три режими збереження зерна:

- в сухому стані, тобто з вологістю, нижчою критичної;
- в охолодженому стані, коли його температура знижена до меж, що роблять значний гальмівний вплив на всі життєві функції зерна;
- без доступу повітря – у герметичних місткостях.

Вибір режиму зберігання визначається багатьма факторами: кліматичними умовами місцевості, типом і місткістю зерносховища, технічною оснащеністю господарства для приведення партії зерна в стійкий при зберіганні стан, цільовим призначенням партії зерна (посівний матеріал, на борошно й ін.), якістю партії зерна, економічною доцільністю застосування способу зберігання. Найбільший ефект досягається, якщо при режимі зберігання враховують комплекс умов, що впливають на стійкість зернової маси при зберіганні, а при самому зберіганні – комплекс режимів. Так, належний ефект дає зберігання сухої зернової маси при низьких температурах з використанням для охолодження холодного сухого повітря під час природних перепадів температур.

3.5. Фізіологічні процеси, що відбуваються при зберіганні зерна

Зернова маса є комплексом живих організмів, що у тому чи іншому ступені виявляють свою життєдіяльність. Період, протягом якого зерно зберігає повноцінні властивості (посівні, технологічні, продовольчі), називають довговічністю. Довговічність залежить від ботанічних особливостей, умов обробки і зберігання зерна.

При зберіганні у свіжозібраному зерні йдуть процеси його післязбирального дозрівання, зерно дихає. Спостерігається як аеробне, так і анаеробне дихання. Інтенсивність цього процесу залежить від таких факторів, як вологість, температура і ступінь аерації зернової маси.

У процесі дихання втрачається суха речовина зерна, збільшується кількість гігроскопічної вологи в зерні; змінюється склад повітря не зернового простору і підвищується його відносна вологість, виділяється теплота.

Чим вище вологість зерна, тим інтенсивніше в ньому йде процес дихання. Тому зерно повинне надходити на зберігання сухим (для пшениці і жита 14 %). Вологість зерна, при якій інтенсивність дихання різко зростає і з'являється вільна волога, називається критичною.

Інтенсивність дихання залежить так само від температури зернової маси. Так, при інтервалах температури від 0 до 10 °C інтенсивність дихання мінімальна навіть при високій вологості зерна (18 %).

Аеробне дихання може бути тільки при наявності кисню, тому для зменшення його інтенсивності зерно можна зберігати протягом тривалого часу без перемішування і штучного продування міжзернового простору, тобто за умов підвищеного вмісту двооксиду вуглецю. Якщо при цьому вологість зерна нижче критичної на 2 – 3 %, воно зберігає схожість і енергію проростання, а так само технологічні і продовольчі якості. Якщо ж вологість зерна близька до критичної чи вища неї, нехватка кисню позначається негативно і зерно швидко втрачає посівні якості.

Свіжезібране зерно має погані посівні і технологічні якості. Однак якщо сухе зерно (вологість зерна повинна бути нижчою критичної чи дорівнювати їй) зберігати протягом деякого часу (1 – 2 місяці) при оптимальній температурі (15 – 30 °C) і достатньому припливі повітря в міжзерновий простір, у ньому йдуть процеси післязбирального дозрівання. Вони полягають у тім, що процеси синтезу складних органічних речовин превалюють над процесами гідролітичного розщеплення, активність ферментів і інтенсивність дихання зерна поступово знижуються. Зменшується кількість водорозчинних речовин і небілкового азоту, йде синтез крохмалю з цукрів і жиру з гліцерину і

жирних кислот. Різко збільшується схожість, зерно переходить у стан спокою.

Якщо свіжозібране зерно має підвищену вологість, то в ньому будуть переважати гідролітичні процеси. Таке зерно повинне бути висушене до необхідної вологості або законсервовано охолодженням. Післязбиральне дозрівання в ньому може проходити тільки при дотриманні тих же умов: зниження вологості, підвищення температури, нормальна аерація.

Мікроорганізми обов'язково присутні в зерновій масі, і досить висока якість зерна може бути збережена в тому випадку, якщо не виникає умови для активного їхнього розвитку.

Активна життєдіяльність мікроорганізмів може призвести до втрати зерном ознак свіжості (поява стороннього запаху і смаку, втрата блиску, зміна забарвлення), зниження посівних і технологічних властивостей зерна й ін. При розвитку деяких видів мікроорганізмів у зерні можуть накопичуватися отруйні з'єднання (мікотоксини), що одержали загальну назву афлотоксинів (від назви основного продуцента мікотоксинів гриба *Aspergillus flavus*).

Мікроорганізми починають активно розвиватися у випадку появи в зерні вільної вологи при вологості зерна вище критичної. Велика частина мікрофлори зерна відноситься до мезофільних мікроорганізмів, що мають оптимум розвитку при температурі 20 – 40 °С, мінімум при 5 – 10 °С, а максимум при 40 – 45 °С. У першу чергу необхідно остудити зерно в тому випадку, якщо відсутня можливість негайно його висушити. Через те, що мікрофлора зерна переважно складається з аеробних мікроорганізмів, можлива консервація зерна при повній його герметизації або при збереженні його в регульованому газовому середовищі зі зниженим вмістом кисню.

Шкідниками запасів зерна є гризуни, комахи і кліщі. Шкідники при сприятливих умовах інтенсивно дихають, харчуються і розмножуються, у результаті чого відбувається втрата сухих речовин зерна і зниження його якості. Число комах-шкідників, що значно ушкоджують зерно, налічує близько 50 видів. Найбільш сильно ушкоджують зерно ті комахи, що здатні проникати через оболонку і добиратися до м'якої частини ендосперма.

Найважливішим фактором розвитку комах і кліщів є температура, тому що шкідники можуть ушкоджувати зерно з досить низькою

вологістю. Температурний оптимум для розвитку шкідників знаходиться в межах 26 – 29 °С, при 8 – 10 °С їхня життєдіяльність сповільнюється, при 0 °С настає задубіння, а при мінусових температурах шкідники швидко гинуть.

Для боротьби з комахами і кліщами в теплий період року широко використовують різні хімічні препарати (інсектициди).

При недостатній вентиляції теплота, що виділяється при диханні, може накопичуватися в масі зерна, що призводить до самозігрівання. Це найбільш небезпечний вид псування зерна. Якщо вчасно не вжити заходів для локалізації самозігрівання (сушіння й охолодження зернової маси), зерно стає повністю непридатним.

Таким чином, до заходів, що підвищують стійкість зерна при зберіганні, відносять: очищення від домішок, активне вентилювання, хімічне консервування, а так само попереджувальні і винищувальні заходи для захисту зерна від шкідників.

ГЛАВА 4.

ТЕХНОЛОГІЯ БОРОШНА

4.1. Загальна характеристика харчового продукту

Борошно – це харчовий продукт, одержаний у результаті здрібнювання зерна різних культур.

За родом злаку розрізняють борошно пшеничне, житнє, кукурудзяне, ячмінне й інше. Борошно можуть виробляти із суміші зерна пшениці і жита: житньо-пшеничне (60 % жита і 40 % пшениці) і пшенично-житнє (70 % пшениці і 30 % жита). Основними видами борошна є пшеничне і житнє.

Зазвичай борошно характеризують виходом. Вихід борошна – це кількість борошна, отримана з 100 масових часток зерна. По виходу борошно може бути 72, 85 і 97,5 %.

Характеризують борошно також за сортами: крупчатка, вищий, I, II, оббивне (для пшеничного) і оббивне, обдирне, сіяне для житнього.

Борошно є сировиною для ряду галузей харчової промисловості: хлібопекарської, кондитерської і макаронної. Відходи борошномельного виробництва у виді висівок та кормового борошна використовуються для готування комбікормів при годівлі худоби і птиці.

Спочатку знаряддями для одержання борошна служили камені-ступки з каменю, у яких зерно подрібнювалося ударними зусиллями. Тепер зерно подрібнюють у борошно на комплексі машин, який називають млином. Сучасні млини – це високомеханізовані підприємства з механічним або пневматичним транспортуванням продукту по ходу технологічного процесу. Частинки зерна, перш ніж перетворитися в борошно, проходять на млині шлях у 15 км. Продуктивність сучасних млинів по борошну складає 250–500 т/добу.

Виробничий процес на млині можна розділити на 5 основних етапів:

- прийом зерна;
- зберігання зерна на млині;
- підготовка зерна до помелу;
- помел зерна в борошно;
- вибій і зберігання борошна.

4.2. Борошномельні якості зерна

Термін «борошномельні якості зерна» містить у собі сукупність його властивостей, що визначають організацію технологічного процесу, його параметри, вихід і якість борошна.

Для пшениці до цих показників відносяться склоподібність, зольність, натурна маса, крупність зерна; до непрямих показників – вологість і засміченість.

Склоподібні пшениці дають більший вихід борошна, особливо борошна вищих сортів. У склоподібній пшениці ендосперм являє собою монолітну масу, що складається з крохмалю і білкових речовин, у якій крохмаль міцно зв'язаний з білком.

Чим більше зольних елементів у зерні, тим більша зольність борошна, отриманого з цього зерна. Зольність зерна м'якої пшениці коливається від 1,26 до 2,97 %, а твердої – від 1,32 до 3,04 %.

Більш висока натура вказує на кращий розвиток ендосперму, а, отже, на кращі борошномельні якості зерна. Чим вище натура зерна, тим вище вихід продукції. Натурна маса коливається від 620 до 870 г/л.

Велике і дрібне зерно розрізняється за своєю якістю. Зерно дрібне, погано виконане має більш високий зміст оболонок, а вміст ендосперму у ньому занижений.

Зародок у щуплому зерні розвинений нормально, і тому він складає великий відсоток від загальної маси зерна. Зольність дрібного зерна вища. При розмелі дрібного, а тим більше щуплого зерна знижується вихід і якість борошна.

Вміст води в зерні впливає на технологічні і структурно-механічні властивості зерна. Вологе зерно (16–18 %) через свою пластичність важко піддається здрібнюванню. При цьому зростає питома витрата енергії, знижується вихід продукту. Сухе зерно легко піддається здрібнюванню, але крихкі оболонки зерна легко подрібнюються і, потрапляючи в борошно, підвищують його зольність.

Від вмісту домішок залежить не тільки вихід, але і якість борошна.

Жито характеризується тими ж показниками, що і пшениця. Однак порівняно з пшеницею воно містить менше ендосперму і більше

оболонок; склоподібність низька, зольність зерна 1,5–2,3 %, натурна маса 710–750 г/л.

4.3. Підготовка зерна до помелу

Підготовка зерна до помелу передбачає: попереднє очищення зернової маси від домішок, обробку поверхні зерна й остаточне його очищення, гідротермічну обробку зерна (кондиціонування), змішування зерна різної якості (складання помольних партій).

На очищенні зерна від домішок ми вже зупинялися. Розглянемо наступний етап підготовки зерна до помелу – обробку його поверхні (рис. 4.1). На цій стадії з поверхні видаляють частки ґрунту і пил, що попадають на зерно при збиранні і зберіганні, а також значну частину мікроорганізмів. При обробці поверхні зерна відбувається також відділення оболонок. Поверхню зерна обробляють сухим способом за допомогою оббивальних і щіткових машин або мокрим способом у мийних машинах.

Найчастіше застосовують щіткові машини типу БЩМ. Основним їх робочим органом є щітковий барабан, що складається з колодок, набраних щітковим волокном, і закріплених на валові. Щіткова дека також має колодки, набрані щітковим волокном. Радіальний зазор між щітковими поверхнями барабана і деки регулюється. Зерно, що захоплюється обертовим щітковим барабаном, направляється у зазор між щітковими поверхнями барабана і деки, де піддається інтенсивному впливові щіток, очищується від пилу і надірваних оболонок. Потім зерно надходить у нижню частину аспіраційного каналу, де від зерна відокремлюються повітрям дрібні домішки. Очищене зерно виводиться з машини самопливом.

Для знезараження зерна передбачені ентолейтори, в яких знищення живих довгоносоків відбувається в результаті ударного впливу обертового ротора.

Мийка зерна і зволоження поліпшують ступінь його продовольчого використання. Здійснюється ця операція в машинах двох типів: у водоструминних для додавання води в крапельному стані і водорозпильних для додавання води в розпиленому стані. Застосовуються комбіновані мийні машини.

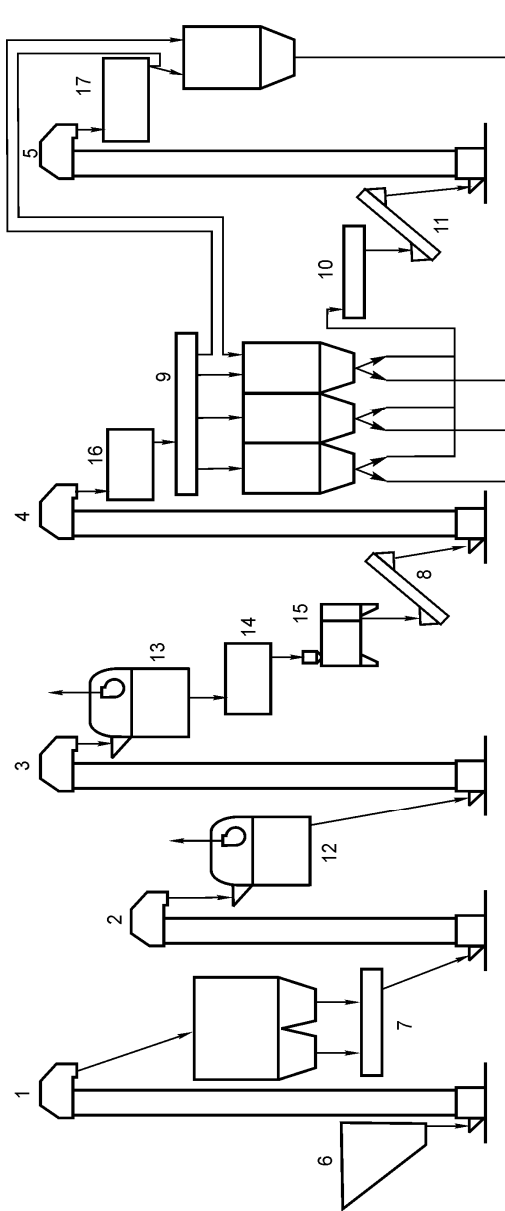


Рис. 4.1. Схема зерноочисного відділення:

1, 2, 3, 4, 5 – норія; 6 – прийомний бункер; 7, 8, 9, 10, 11 – конвейєр гвинтовий; 12, 13 – сепаратор; 14 – трієр;
15 – машина оббивальна; 16, 17 – машина зволожуюча.

При мийці очищується поверхня зерна, відокремлюються важкі і легкі домішки, щуплі зерна, видаляються мікроорганізми. Зволоження і наступне відволожування викликає фізико-біологічні зміни в зерні, у результаті яких полегшується відділення оболонки від зерна при незначних втратах ендосперму.

З метою підвищення ефективності протікання фізико-біологічних змін очищене зерно піддається волого-тепловій обробці (гідротермічній обробці – ГТО).

Задача ГТО полягає в тому, щоб так змінити міцність ендосперму і оболонки, щоб при помелі одержати продукти з окремих анатомічних частин зерна.

На борошномельних підприємствах застосовують два методи ГТО: холодне і швидкісне кондиціонування. Холодне кондиціонування полягає в зволоженні зерна при мокрій обробці і наступному його відлежуванні (відволожування) у бункерах (засіках).

При швидкісному кондиціонуванні зерно спочатку обробляють парою, а потім миють у холодній воді.

Безпосередньо перед помелом зерно дозвожують на 0,3–0,5 % і після відволожування протягом 20–40 хвилин направляють на помел.

Перед помелом із зерна, різного за якістю, складають помельні партії. Помельні партії – це змішування зерна, наприклад пшениці, за одним з показників – вологістю, зольністю, склоподібністю, вмістом клейковини.

Складена суміш повинна забезпечувати виробництво борошна з максимальним виходом, високими показниками за білизною, зольністю і хлібопекарськими якостями.

Змішування зерна – найкращий спосіб використання зерна зі зниженими борошномельними і хлібопекарськими властивостями.

При оцінці хлібопекарського достоїнства пшениці особливе значення надається її силі. Поняття «сила пшениці» є інтегральним показником і характеризує здатність борошна з цього зерна давати хліб високої якості з максимальним виходом. Сила пшениці в першу чергу пов'язана з кількістю і властивостями її клейковинного білка (якістю).

Залежно від здатності давати борошно визначеної якості зерно підрозділяють на три групи: сильне, середнє і слабе.

Сильні пшениці називають пшеницями-поліпшувачами за їхню здатність при змішуванні з зерном слабкої пшениці давати можливість

одержувати борошно високої якості. Середні за вказаними показниками пшениці такою змішувальною здатністю не володіють, але при використанні для помелу таких пшениць одержують борошно досить високої якості. Використання слабких пшениць без застосування пшениць-поліпшувачів не дозволяє одержувати борошно, що задовольняє вимогам хлібопекарської промисловості.

4.4. Помел зерна в борошно

Помел – найважливіша стадія технологічного процесу виробництва борошна – являє собою сукупність процесів і операцій, проведених із зерном.

З однієї і тієї ж партії зерна при помелі вдається одержувати різні сорти борошна, що відрізняються хімічним складом, харчовою цінністю, органолептичними і технологічними властивостями. Однієї з задач помелу є одержання борошна з однорідним гранулометричним складом.

При виробництві оббивного борошна помел використовують для здрібнення усіх анатомічних часток зерна до частин однакового розміру.

При виробництві сортового борошна значному здрібнюванню підлягає лише ендосперм, а зародок, оболонки і алеїроновий пласт виділяють у вигляді висівків.

Разові помели застосовують лише для здрібнення зерна, яке призначається для корму сільськогосподарських тварин.

На сучасних млинах борошно отримують шляхом багатократно-го і поступового здрібнення зерна на вальцових станках з подальшим просіюванням отриманих продуктів (рис.4.2).

Помел здійснюють у два етапи, які називають обдирний і розмельний процеси. Головна задача обдирного процесу полягає у зніманні оболонок і отриманні крупок. На стадії розмельного процесу отримані крупки здрібнюють до розмірів, що відповідають вимогам розміру часток борошна (рис. 4.3).

Основним апаратом для здрібнення зерна і крупок є вальцовий станок. Після проходження вальцового станка здрібнений продукт попадає в апарат для просіювання – розсів. Поєднання вальцового станка і розсіву у борошномельному виробництві має назву системи.

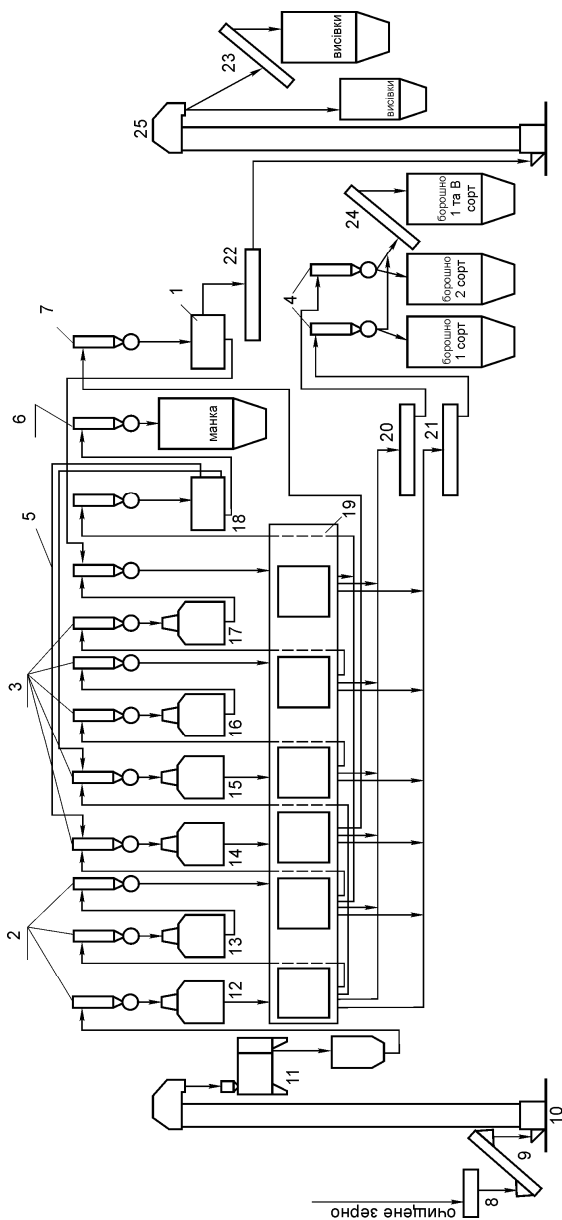


Рис. 4.2. Розмельне відділення:

1 – машина для помелу; 2, 3, 4 – блок розвантажувачів; 5, 6, 7 – розвантажувачі; 8, 9, 20, 21, 22, 23, 24 – конвейер гвинтовий; 10, 25 – норія; 11 – машина оббивальна; 12, 13, 14 – вальцові станки обдирної системи; 15, 16, 17 – вальцові станки розмельної системи; 18 – ситовіальна машина; 19 – розсів.

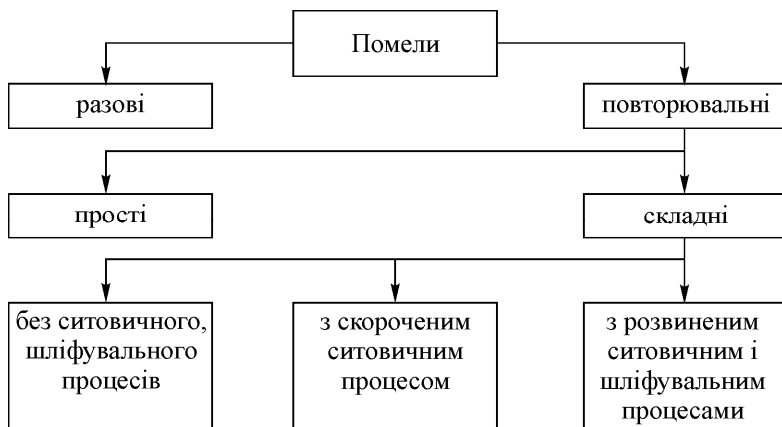


Рис. 4.3. Схема класифікації помелів пшениці і жита, в основу якої покладено кратність здрібнення зерна.

Робочим органом вальцевого станка при обдирному процесі є чавунні валки, які мають сталєне покриття. Валки обертаються назустріч один одному з різними швидкостями, які відносяться як 1:1,5; 1:2; 1:2,5 і ін. Відстань між валками змінюється залежно від стану помелу. На першій системі, на яку поступає ціле зерно, вона максимальна, потім поступово зменшується. Поверхня валків має рифлі, глибина яких від першої до наступних систем також зменшується.

Через те, що валки у обдирних системах обертаються з різною швидкістю, зерно між валками не розплющується, а ніби розгортається навколо своєї осі, при цьому з зерна сколюється оболонка, а утворення дрібних часток мінімальне.

Валки розмельних систем не мають рифлів і обертаються з однаковою швидкістю. На цих системах проводять здрібнення часток ендосперму до розміру часток муки (рис.4.4).

Отримані з перших обдирних систем продукти за допомогою розсівів сортують на крупні (більше 1000 мкм) і дрібні (350–1000 мкм), крупки, дунети (170–350 мкм) і муку (менше 170 мкм).

Крупні і дрібні крупки наряду з ендоспермом можуть мати і деяку кількість оболонок, для відділення яких використовують спеціальні вальцеві станки. Цей процес обробки проміжних продуктів називають шліфувальним.

Крупки, які отримані з різних систем, у тому числі шліфувальних, можуть різнитися за кількістю ендосперму. Якщо крупки отримані з центральних часток ендосперму, то вони мають низьку зольність. Якщо ж крупки отримані з периферійних часток зерна, то вони мають частки алеїронового шару, що підвищує їх зольність. Тому крупки необхідно сортувати за якістю. Цей процес має назву збагачення і здійснюється за допомогою апаратів-ситовіялок.

На ситовіяльних машинах крупки і дунети сортують за розміром і щільністю. Ситовіялки працюють способом, який наведено далі.

Продукт, що сортують, подається на нахилені сита, які роблять зворотно-поступальні рухи, і знизу сит подається повітря, у потоці якого утримуються більш легкі частки (менш якісні крупки), а важкі крупки з чистого ендосперму легко проходять через сита.

Одна з фракцій крупної крупки, яку отримують з ситовіялок – манна крупа, вихід якої при помелі пшениці 2–3 %.

Крупки, які розділені за допомогою ситовіяльних машин з урахуванням їх якості, направляють на вальцьові станки шліфувальних або розмелювальних систем. Але за один пропуск через вальцьовий верстат увесь продукт, що надходить, не може бути здрібнений до розміру часток, які відповідають муці. Тому розмельний процес ведуть на кількох системах.

На перших розмельних системах переробляють крупки з найменшою кількістю оболонки і отримують муку вищої якості.

На наступних системах ведуть помел часток, які не здрібнені на перших розмельних системах, і продуктів, які мають оболонки, при цьому отримують борошно I та II сортів.

Прості повторювальні помели застосовують для отримання житнього або пшеничного борошна (оббивного). Вихід борошна до маси, яка поступає на переробку зерна, для житнього борошна – 95 %, а пшеничного – 96 %, висівки відповідно 2 і 1 % (рис 4.4).

Борошно обойне отримують при одночасній роботі трьох вальцьових станків. Особливістю схеми обойного помелу є наявність бічевих машин, на яких продукт після вальцьового станка додатково здрібнюється, після чого на розсів поступає тільки 50 % від загальної кількості продукту, що в цілому підвищує ефективність виробництва.

Складні повторювальні помели можуть складатися з одночасної роботи чотирьох-п'яти обдирних систем і 10–11 розмельних систем. На них отримують різні сорти борошна.

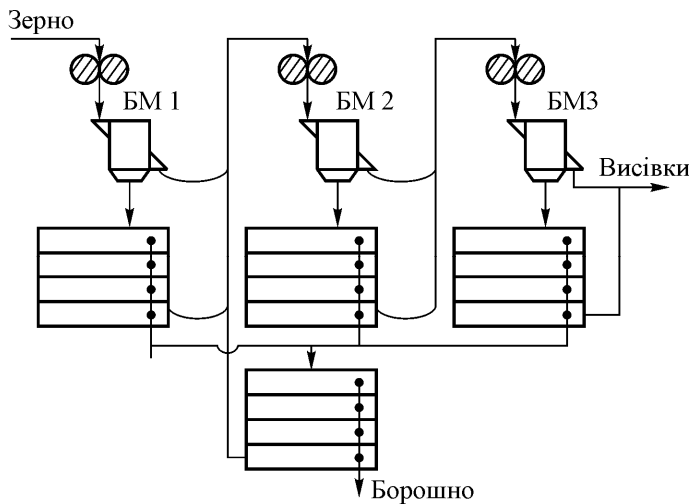


Рис. 4.4. Технологічна схема простих повторювальних помелів.

4.5. Вимоги до якості борошна

Якість борошна нормується показниками, які обумовлені стандартами.

Ряд показників, які пред'являються до усіх видів борошна: запах, смак, хруст, вологість, зараженість шкідниками, наявність шкідливих і металевих домішок.

До другої групи відносять показники, які вибирають окремо для кожного сорту борошна.

Крупність помелу відносять до важливих показників технологічних властивостей борошна усіх видів.

Фізико-хімічні і біологічні процеси, що проходять при переробці зерна в борошно і борошна у хліб, суттєво залежать від ступеня здрібнення, так як у першу чергу поглинання кисню при помелі і зберіганні борошна тісно зв'язано з кількістю його сумарної поверхні,

що має велике значення для швидкості формування тіста і кількості води, що поглинається у цьому процесі.

4.6. Зберігання борошна

При зберіганні відбувається дозрівання борошна, що приводить до покращання якості порівняно із свіжезмолотим.

Зміни, що відбуваються у борошні при зберіганні після помелу, такі:

- вологість наближається до рівноважного значення, яке дорівнює параметрам повітря;
- колір стає світлішим за рахунок окислення красильних пігментів борошна;
- кислотність підвищується за рахунок накопичення вільних, переважно ненасичених жирних кислот;
- знижується протеолітична активність, атакованість білкових речовин і кількість активаторів протеолізу, за рахунок чого покращуються фізичні властивості клейковини і тіста, зростає водовбірна здатність борошна;
- цукро- і газоутворююча здатність залишається практично незмінною або дещо знижується.

ГЛАВА 5.

ТЕХНОЛОГІЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ПРЕСОВАНИХ ДРІЖДЖІВ

5.1. Характеристика і призначення дріжджів

Хлібопекарські дріжджі являють собою біомасу живих дріжджових клітин, здатних зброджувати середовища, які містять сахари.

Виробляють дріжджі пресовані, сухі і дріжджове молоко.

В основі виробництва дріжджів лежить здатність дріжджових клітин розмножуватися і накопичувати біомасу в рідких поживних середовищах при оптимальних умовах життєдіяльності.

При виробленні хлібопекарських дріжджів використовують дріжджі, що здатні зброджувати глюкозу, галактозу, сахарозу, рафінозу (на 1/3) і мальтозу. Клітини цих дріжджів мають круглу чи овальну форму. Вони розмножуються шляхом брунькування чи спору утворювання. Розміри дріжджових клітин – від 6 до 12 мкм.

У промисловості застосовують також раси дріжджів, що мають здатність швидко розмножуватися у мелясному середовищі і давати високий вихід біомаси, мають стійкість при зберіганні в пресованому вигляді та при висушуванні, мають високу здатність до зброджування сахарів тіста (глюкози, сахарози і мальтози).

Дріжджова клітина (рис.5.1) складається з клітинної стінки (1), цитоплазматичної мембрани (2) і цитоплазми (протоплазми) (3).

Стінка визначає форму клітини, додає їй міцності, захищає від зовнішніх впливів, витримує внутрішньоклітинний осмотичний тиск до 2,5 МПа.

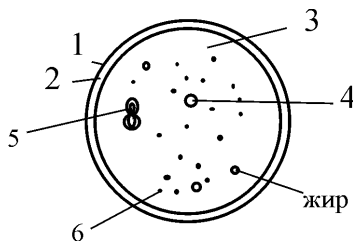


Рис. 5.1. Дріжджова клітина:

1 – клітинна стінка; 2 – цитоплазматична мембрана; 3 – цитоплазма;
4 – ядро; 5 – мітохондрії; 6 – вакуолі.

Цитоплазматична мембрана розташована безпосередньо під зовнішньою клітинною стінкою. Її функція полягає в контролюванні транспорту речовин у клітину і з клітини. Вона регулює надходження в клітину необхідних поживних речовин, перешкоджає проникненню непотрібних речовин і випускає продукти обміну.

Протоплазма – це тіло клітини, у якому здійснюються всі її життєві процеси. Вона являє собою напіврідке середовище, що складається в основному з колоїдів. У протоплазмі розташоване ядро клітини, вакуолі, мітохондрії, рибосоми, а також запасні живильні речовини.

Ядро (4) має власну оболонку. Воно складається з хроматину (в основному) – речовини, що регулює всі життєві процеси клітини, у тому числі розмноження. Ядро містить хромосоми, що несуть навантаження спадкоємних ознак.

Рибосоми являють собою дрібні гранули, що складаються з білка і рибонуклеїнової кислоти, з'єднаної з білком. Вони здійснюють синтез білка і ферментів.

Мітохондрії (5) мають форму еліпсоїдних вигнутих паличок. У мітохондріях здійснюються найважливіші біохімічні процеси. Їх основна фізіологічна функція – здійснення окислювально-відновних процесів, що забезпечують клітину енергією.

Вакуолі (6) займають центральну частину клітини. Вони заповнені клітинним соком, у якому містяться живильні речовини і гранули, що містять запасні речовини (жир, мінеральні речовини й ін.).

Оболонка і цитоплазма живих клітин мають властивість напівпроникності. В мертвих клітинах вони проникні і пропускають метиленову синьку, що дозволяє визначити вміст мертвих клітин.

5.2. Біохімічні основи технології дріжджів

Хімічний склад дріжджових клітин залежить від ряду факторів. У свіжих пресованих дріжджах міститься близько 75 % вологи і 25 % сухих речовин. У сухій речовині хлібопекарських дріжджів міститься: білка – 50 %, вуглеводів – 40,8 %, жирів – 1,6 %, золи – 7,6 %.

Вітаміни відіграють важливу роль у ферментативних процесах, здійснюваних дріжджовими клітинами.

У складі дріжджових клітин містяться вітаміни: B_1 – тіамін, B_2 – рибофлавін, B_3 – пантотенова кислота, B_5 – нікотинава кислота й ін.

Ферменти дріжджів сприяють здійсненню всіх функцій дріжджів, у тому числі процесів подиху, розмноження, побудови органідів клітини. Деякі ферменти (ендоферменти) виявляють свою дію тільки усередині клітини, інші (екзоферменти) виділяються дріжджами і діють поза клітиною.

Серед ферментів хлібопекарських дріжджів найбільше значення має мальтаза, що розщеплює α -глюкозидазний зв'язок у дисахариді мальтозі і є основним сахаром тіста.

Фермент інвертаза розщеплює β -фруктозидазний зв'язок у сахарозі і рафінозі тіста.

Протеази і пентідази дріжджів здатні впливати на білковий комплекс тіста.

5.3. Сировина для виробництва дріжджів

Основною сировиною для виробництва пресованих хлібопекарських дріжджів є меляса – побічний продукт цукробурякового виробництва. Меляса являє собою сиропоподібну рідину темного кольору зі специфічним смаком і запахом.

Відповідно до вимог стандарту меляси, що поставляється на дріжджові заводи, повинна містити сухих речовин не менш як 75 %; цукру, визначеного по прямій поляризації – не менш як 43 %, по сумі зброджуваних сахарів – не менш ніж 44 %. Активна кислотність (pH) меляси повинна бути 6,5–8,5.

Зміст загального азоту в мелясі складає 0,6–2 %. Дріжджові клітини здатні асимілювати тільки азот амінокислот.

Меляса є джерелом ростових речовин. Це комплекс термостійких вітамінів, що перейшли в мелясу з буряка (біотин, пантотенова кислота, інозит).

Однак у мелясі містяться не тільки корисні для дріжджів речовини, а й шкідливі домішки, що пригнічують ріст: барвні речовини, двооксид сірки, нітрати, леткі кислоти.

Барвні речовини мають поверхневу активність і додають мелясі темне забарвлення.

Двооксид сірки, нітрати і леткі кислоти інгібують ріст і розвиток дріжджових клітин.

Крім цього, меляса засіяна мікроорганізмами.

Для збагачення середовища поживним азотом, фосфором, калієм, магнієм використовуються мінеральні солі: сульфат амонію $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; діамоній фосфат $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$; ортофосфорна кислота H_3PO_4 ; хлорид калію KCl ; карбонд калію K_2CO_3 ; сульфат магнію $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; сечовина (карбамід) NH_2CONH_2 та ін.

Як речовини, що активізують ріст і розвиток дріжджів, використовують кукурудзяний і пшеничний екстракти, біотин, витяжки із солодових паростків, дестибіотин, автолізати.

Поживне середовище готують з освітленого розчину меляси, розчинів поживних солей і ростових речовин.

Метою освітлення меляси є очищення м'ясного розчину від зважених часток, колоїдів і частково мікроорганізмів.

Мелясу розбавляють водою в співвідношенні 1:1 – 1:2, підкисляють сірчаною кислотою до $\text{pH} = 5$ і піддають антисептуванню. Антисептування здійснюють обробкою розчину меляси хлорним вапном чи кип'ятінням або стерилізацією його в теплообмінниках. Підготовлений у такий спосіб розчин меляси подається на м'ясний сепаратор (кларифікатор), де зважені частки, колоїди і частина мікроорганізмів відокремлюються під дією відцентрової сили. Освітлена меляса являє собою розчин зі стійкою прозорістю, який подають у дріжджеростильні апарати.

Поживні солі вносять у дріжджеростильні апарати у вигляді 10–20 % розчинів. Біостимулятори росту дріжджів, такі як кукурудзяний і пшеничний екстракти, перед використанням розбавляють водою в співвідношенні 1:1 чи 1:2, нагрівають до кипіння, прохолоджують і подають у дріжджеростильний апарат.

5.4. Виробництво товарних дріжджів

Поза залежністю від розходжень технологічної схеми передбачають вирощування дріжджів у три генерації: генерація А – одержання маткових дріжджів чистої культури (ЧК) і природно-чистої культури (ПЧК); генерація Б – одержання засівних дріжджів; генерація В – вирощування товарних дріжджів (рис.5.2).

Матковими називають дріжджі, що використовують для засіву поживного середовища при одержанні засівних дріжджів. Засівні дріжджі служать посівним матеріалом при одержанні товарних дріжджів.

Товарні дріжджі – це готовий до використання продукт, що відповідає вимогам відповідного стандарту.

Одержання маткових дріжджів (генерація А). Технологія вирощування маткових дріжджів включає одержання дріжджів чистої культури (ЧК) з музейної культури дріжджів і одержання дріжджів природно-чистої культури (ПЧК) із дріжджів ЧК.

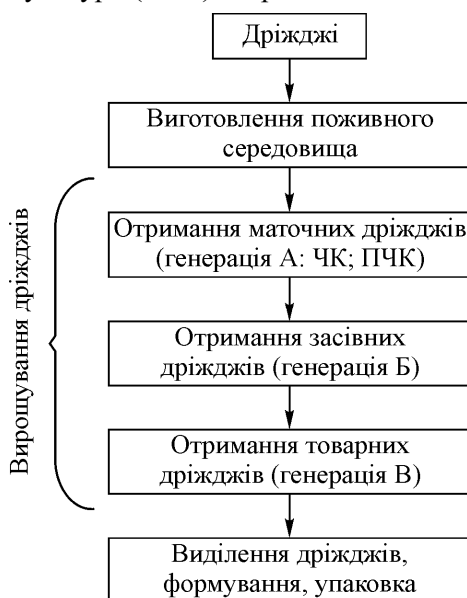


Рис. 5.2. Функціональна схема отримання дріжджів.

Дріжджі ЧК вирощують спочатку в лабораторних умовах, а потім у цеху чистих культур. У лабораторії дріжджі ЧК розмножують у чотири стадії в умовах строгої стерильності. У перших трьох стадіях поживним середовищем служить солодове сусло, у четвертій – змішане середовище.

У першій стадії розмноження чотири пробірки місткістю по 10–15 мл зі стерильним поживним середовищем засівають музейною культурою.

У другій стадії розмноження дріжджів проводять у чотирьох колбах місткістю по 100 мл, що містять по 50 мл стерильного поживного середовища, яке засівають вмістом пробірок першої стадії.

У третій стадії дріжджі вирощують у чотирьох колбах місткістю по 0,75–1,0 л, що містять по 0,45 л стерильного живильного середовища.

У четвертій стадії розмноження дріжджів здійснюють у чотирьох місткостях по 10 л кожна з 7 л стерильного поживного середовища. У них засівають уміст колби попередньої стадії.

Розмноження дріжджів триває 18–24 год при температурі 26–30 °С.

У результаті лабораторної стадії розмноження дріжджів одержують близько 14 л дріжджового розведення, що містить 0,7 кг дріжджів вологістю 75 %. Далі процес накопичення дріжджів продовжують у цеху чистих культур. Він також складається з чотирьох стадій.

Як поживне середовище використовується освітлений 12 %-ний розчин м'яса, збагачений мінеральними солями і біостимуляторами росту, підкислений до рН = 4,5–4,6 і простерилізований.

В апарат з поживним середовищем (50 кг) переносять вміст усіх чотирьох місткостей останньої лабораторної стадії розмноження дріжджів. У наступних трьох стадіях у поживне середовище, маса якого зростає від стадії до стадії і складає відповідно 200, 500 і 2500 кг, переносять весь уміст попередньої стадії.

У перших трьох стадіях дріжджі вирощують при слабкій аерації середовища, що збільшується від стадії до стадії.

У четвертій стадії вирощування дріжджів проводиться постійна аерація культурної рідини. Температура бродіння 30 °С.

По закінченні вирощування дріжджів ЧК виділяють з культурального середовища, промивають холодною водою і згущують на сепараторах. Одержують дріжджове молоко, що містить 300–600 г дріжджів у 1 л в перерахуванні на пресовані дріжджі.

Дріжджі природно-чистої культури одержують у дві стадії. На першій стадії дріжджі ЧК у вигляді дріжджового молока обробляють сірчаною кислотою з метою очищення від сторонньої мікрофлори і засівають у дріжджеростильний апарат з поживним середовищем. Дріжджі вирощують при температурі 30 °С і рН середовища 4,5 при постійній аерації 30 м³/год на 1 м³.

У другій стадії дріжджі, вирощені у першій, разом з культуральним середовищем подають в апарат з поживним середовищем: концентрація поживного середовища 3–3,5 % сухих речовин, рН середо-

вища 4,5 і температура бродіння 30 °С. Процес дріжджерощення відбувається при постійній аерації.

На цій стадії цикл вирощування маткових дріжджів (ПЧК) закінчується. Маткові дріжджі краще зберігаються у вигляді дріжджового молока.

Вихід маткових дріжджів складає близько 50 % маси переробленої меляси. Вони повинні відповідати наступним вимогам: не містити домішок сторонньої мікрофлори, мати високу активність росту і розмноження, мати низьку осмочутливість, високу стійкість при зберіганні.

Маткові дріжджі ПЧК повинні мати мальтозну активність 70–100 хв, зимазну активність 50 хв, піднімальну силу 40–50 хв, осмочутливість не більше 10 хв.

В міру необхідності їх витрачають для виробництва засівних дріжджів.

Одержання засівних дріжджів (генерація Б) – на вітчизняних дріжджових заводах товарні хлібопекарські дріжджі вирощують у дві стадії.

На першій стадії вирощують засівні дріжджі (генерація Б), на другій – товарні (генерація В).

Вирощування засівних дріжджів здійснюється в дріжджеростильному апараті, який являє собою циліндричну, герметично закриту місткість з оболонкою охолодження, повітропостачальним, технологічними і каналізаційними пристроями.

Апарат завантажують матковим середовищем, у яке додають маткові дріжджі ПЧК у вигляді дріжджового молока. Вирощують дріжджі повітряно-притічним способом, що передбачає поступовий приплив живильних речовин в апарат (меляси, азот- і фосфотри-муючих солей) і постійну аерацію культурального середовища. Температуру при цьому підтримують на рівні 30 °С, активну кислотність середовища регулюють шляхом додавання аміачної води до рН 4,5–5,0; інтенсивність аерації 80 м³/год на 1 м³ середовища в апараті. Тривалість процесу 8–17 год.

По закінченні бродіння засівні дріжджі генерації Б негайно подають для засіву в апарат для вирощування товарних дріжджів (генерація В) чи сепарують і зберігають у виді дріжджового молока при температурі 2–8 °С. Клітини цих дріжджів повинні бути рівномірними

і великими. Засівні дріжджі не повинні бути інфіковані іншими мікроорганізмами.

Виробництво товарних дріжджів здійснюють у дріжджеростильних апаратах ємністю 100 м³ повітряно-проточним способом. Тривалість процесу вирощування 12–20 год і більше. Для вирощування дріжджів використовують два дріжджеростильних апарати: основний і відбіркового.

В основному апараті здійснюється ріст і розмноження дріжджових клітин, накопичується біомаса (накопичувальний період). У відбіркового – відбувається дозрівання дріжджових клітин.

Вирощують дріжджі в такій послідовності: в основний дріжджеростильний апарат місткістю 100 м³ подають воду і розчин меляси. Концентрація сухих речовин повинна складати 2,5 % по цукрометру. Потім у поживне середовище додають розчини солей, ростові речовини і вносять засівні дріжджі.

Після цього в апарат подають поживні розчини за графіком, що враховує накопичення біомаси дріжджів. У накопичувальний період дріжджову масу аерують з інтенсивністю 100 м³/год на 1 м³ середовища. Вирощують дріжджі при температурі 30 °С, рН середовища в початковий період 4,5. Накопичення біомаси дріжджів в основному дріжджеростильному апараті триває сім годин. До кінця цього періоду заповнюється весь корисний об'єм дріжджеростильного апарата.

Після семи годин накопичення біомаси в основному апараті починають поступовий добір дріжджової маси у відбіркового апарат. Одночасно з цим в основний дріжджеростильний апарат з такою ж швидкістю вводять мелясне сусло, розчини солей, воду. Таким чином, рівень культурального середовища в апараті залишається постійним. У відбіркового апараті дріжджі дозрівають протягом 1 години без додавання поживних речовин при аерації 15–25 м³/год на 1 м³ середовища. Період відборів триває 15 год при двадцятигодинному періоді розмноження і 4 години – при дванадцятигодинному періоді.

Дозрівання дріжджів завершує процес їхнього вирощування. Від стадії дозрівання в значній мірі залежить якість хлібопекарських дріжджів. У процесі дозрівання дріжджові клітини асимілюють залишкові поживні речовини субстрату, завершується процес їхнього брунькування. Під час дозрівання ферментні системи клітини перебудову-

ються з активного синтезу біомаси на обмінні процеси, що підтримують лише життєдіяльність клітини.

Поряд з дозріванням дріжджів у відбіркового апараті може накопичуватися до 10–12 % біомаси. Загальний об'єм відбіркового дріжджіростильного апарата повинен складати не менш 1/3 об'єму основного.

Дріжджі, що дозріли в відбіркового чані, надходять на сепаратори для виділення їх з культурального середовища. Зазвичай використовують тріступінчасте сепарування, що передбачає відділення бражки з одночасною подачею води, промивання дріжджів і згущення дріжджового молока. Для промивання застосовують холодну воду. Промите і згущене до концентрації 450 – 700 г/л дріжджове молоко з температурою 6–8 °С надходить у збірник з мішалками, де охолоджується до температури 4–6 °С і подається на фільтрпреси чи вакуум-фільтри для видалення залишків промивної води.

Далі дріжджі надходять у формувальну машину. У деяких випадках у дріжджі при перемішуванні вносять деяку кількість води для досягнення необхідної консистенції або 0,1 % рослинної олії для подання еластичності.

Сформовані й упаковані в папір автоматами прямокутні бруски дріжджів укладаються в дерев'яні чисті, сухі, без стороннього запаху ящики. Випускаються дріжджі брикетами масою 1000, 500, 100 і 50 г.

5.5. Вимоги до якості товарних пресованих дріжджів

Дріжджі повинні мати високу бродильну активність, швидко зброджувати сахаристі тіста. Здатність дріжджів зброджувати моносахари визначають по зимазній активності і підйомній силі. Про здатність дріжджів зброджувати мальтозу судять по мальтозній активності.

Дріжджі повинні мати низьку осмочутливість, добре переносити високі концентрації цукру і солі в середовищі.

Важливим показником є стійкість дріжджів при зберіганні. Дріжджі зі зниженою стійкістю швидко втрачають ферментативну активність.

Хлібопекарські дріжджі, що відповідають вимогам стандарту, повинні мати сіруватий з жовтуватим відтінком колір, без жовтих плям на поверхні. Консистенція дріжджів щільна, вони повинні легко ламатися, а не мазатися.

Запах і смак дріжджів – властиві даному продукту, без запаху цвілі й інших сторонніх запахів. Вологість – не більш як 75 %, підйомна сила – 70 хв, кислотність 100 г дріжджів у день вироблення заводом повинна бути не більш як 120, а після дванадцятидобового зберігання при 0–4 °С – не більш ніж 300 мг оцтової кислоти. Стійкість дріжджів при температурі зберігання 35 °С – не менш як 48 год.

5.6. Зберігання і транспортування дріжджів

Хлібопекарські дріжджі відносяться до категорії продуктів, що швидко псуються. При зберіганні дріжджі знаходяться в стані анабіозу, але обмінні процеси в них протікають, дихальна функція не припиняється. При диханні відбувається ферментативне розщеплення резервних поживних речовин – трегалози і розчинної фракції глікогену. Після споживання 80–90 % трегалози і 40 % глікогену в дріжджах починається розщеплення білків, настає автоліз клітини і дріжджі псуються. Чим більше в дріжджах запасного цукру трегалози, тим краще дріжджі зберігають якість. Гарні дріжджі містять 6–10 % трегалози. Накопичення цього цукру в дріжджових клітинах залежить від режиму вирощування дріжджів, повноцінності поживного середовища, температури, рН, ступеня аерації.

Протеоліз дріжджів при зберіганні прискорюється при поганому промиванні їх водою, коли в міжклітинному просторі залишаються продукти метаболізму.

Ділення ферментів і активність сторонньої мікрофлори у великому ступені залежить від температури зберігання.

Зберігаються дріжджі при температурі 1–4 °С і відносній вологості повітря 82–96 % на стелажах з розрахунку не більш 400 кг/м² площі холодильної камери при її висоті 3 м. Холодильна камера повинна мати вентиляцію для видалення з неї надлишкової вологи. Допускається зміна маси бруска дріжджів, обумовлена відповідною зміною його вологості.

Заморожені дріжджі перед використанням необхідно піддати поступовому відтаванню при температурі 4–6 °С. В охолодженому до 2–4 °С стані дріжджі перевозять на далекі відстані в ізотермічних вагонах чи автомашинах-рефрижераторах при температурі 0–4 °С.

ГЛАВА 6.

ТЕХНОЛОГІЯ ХЛІБА І ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

6.1. Загальні відомості про хліб і його виробництво

Хлібобулочні вироби, поряд з іншими продуктами з зерна, складають основу харчування людей. З них людина одержує більше як половину (53 %) споживаного білка, 15 % жирів і 70 % вуглеводів. Зерно борошна і пшениці містить необхідні для нормальної життєдіяльності вітаміни групи В, а так само багато мінеральних речовин.

Хліб – найважливіший продукт харчування. Його випікають з борошна, дріжджів, солі і води. Для окремих сортів застосовують й інші види сировини: жири, цукор, молоко і молочні продукти, спеції й ін.

Виробництво доброякісного печеного хліба – це складний комплекс біохімічних і фізико-хімічних процесів. При готуванні хліба біологічним способом (дріжджі) втрачається 2–3 % сухих речовин борошна за рахунок споживання їх мікроорганізмами.

У містах хліб випікають на хлібозаводах продуктивністю від десятків до сотень тонн на добу. У сільській місцевості створюються невеликі пекарні. Останнім часом такі пекарні створюються й у містах. Пекарні – це малі підприємства, продуктивністю 300–400 кг на добу.

На підприємствах громадського харчування прийнято мати невелике виробництво булочної продукції для власних потреб.

У Харкові працює хлібозавод-автомат № 1 з комп'ютерним керуванням виробництвом. Проте проблеми є й у нього, тому що потрібна збалансованість якості сировини й умов. У цьому сенсі вигідніші малі підприємства, які легше перебудовуються на новий вид сировини. Проте й у них є свої проблеми, тому що створюють малі виробництва в основному не фахівці і немає належного контролю. Зараз пропозицій хліба багато, важко продати. Головне, чого не вдалося досягти малим підприємствам – не відбулося розширення асортименту; багато хто з них припиняє роботу.

6.2. Асортимент хлібобулочних виробів

У нашій країні асортимент цієї продукції складає кілька сотень різних на зовнішній вигляд і смак виробів. Це справедливо, якщо враховувати кількість розроблених рецептур. Проте на полицях магазинів маємо одноманітний асортимент.

Хлібобулочні вироби поділяються на такі основні групи.

Хліб з житнього борошна; з оббивного борошна; з обдирного і сіяного борошна.

Житньо-пшеничний хліб виготовляють із суміші борошна, співвідношення його видів може бути різним. Як правило, застосовують обойне борошно 50/50 % (український); 60/40 % (дарницький).

Пшеничний хліб випікають з борошна оббивного, а так само другого, першого і вищого сортів.

Бубличні вироби – бублики, сушка.

Булочні вироби випікають з борошна другого, першого і вищого сортів.

Здобні хлібобулочні вироби – містять цукру і жиру понад 7 %. Якщо один із зазначених компонентів відсутній, виріб усе рівно відноситься до цієї групи.

Сухарі – гірчичні, московські, особливі та ін.

Пироги, пиріжки, пончики – відносяться до здоби, але випускаються підприємствами громадського харчування.

Хлібом називають виріб масою понад 0,5 кг; булочні вироби мають масу менш ніж 500 г і виготовляють їх з пшеничного борошна. Мілкі штучні вироби мають масу 200 г і менше.

Крім цього є ще національні види хліба – лаваш, чурек, коржі й ін. Є вироби лікувально-діабетичного призначення (хліб для діабетиків; хліб, збагачений вітамінами чи білками, й ін.). Їх розроблено багато, але виготовляють занадто мало.

6.3. Сировина для виробництва хліба

У хлібопеченні використовується різноманітна сировина. Її поділяють на дві групи: основна і додаткова. Основна сировина – це те, що необхідно для одержання тіста і хліба: борошно, вода, розпушувачі (дріжджі, закваска), сіль. Додаткову сировину вводять у рецептуру для поліпшення харчових достоїнств хліба – молоко і молочні

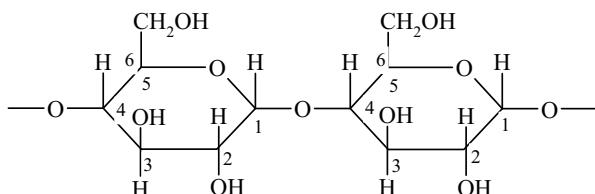
продукти, жири, цукор, патока, яйцепродукти, вітаміни, насіння ефіро-
олійних рослин: кориця, ванілін, шафран та ін. Велику частину додат-
кової сировини вводять у дозріле тісто, в якому розвилися дріжджі.

Борошно – основна сировина, від якої залежить сорт і якість
хліба. Хлібопекарські властивості визначаються її вуглеводно-
амілазним і білково-протеїназним комплексами.

Вуглеводно-амілазний комплекс характеризується наявністю
крохмалю й інших вуглеводів, активністю амілолітичних ферментів,
що розщеплюють крохмаль.

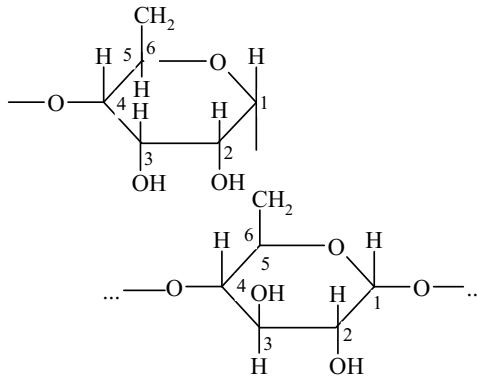
Крохмаль ($C_6H_{10}O_5$)_n у борошні знаходиться у виді гранул шаро-
чи яйцеподібної форми. Щоб тісто вийшло пухким, молекули крохма-
лю треба розгорнути. Крохмаль складається з двох фракцій – амілози
(молекулярна маса 20000~200000) і амілопектину (молекулярна маса
100000~1000000), які істотно відрізняються за своєю будовою.

Амілоза складається з залишків глюкози, з'єднаних у нерозга-
лужений ланцюг. Зв'язок утворюється між першим і четвертим вугле-
цевими атомами сусідніх моносахаридів через кисневий місток:



У складі амілози виявляється від 60 до 300 залишків глюкози.
Вона здатна розчинятися в гарячій воді.

Амілопектин складається, як з лінійних, так і з розгалужених
ланцюгів глюкози. Це досягається утворенням зв'язків між першим
вуглецем однієї молекули глюкози і шостим вуглецем іншої, чи між
першим і четвертим вуглецем:



При цьому утворюється гілляста молекула полісахариду крохмалю (рис.6.1). Амілопектин з гарячою водою утворює клейстер.

Крім цього, у борошні містяться зброжувані сахари – моно- і дисахари.

Амілолитичні ферменти гідролізують крохмаль. У пшеничному борошні з нормальної сировини міститься фермент β -амілаза, він є екзоферментом і розщеплює крохмаль на мальтозу (дисахарид). У борошні, яке піддається дії несприятливих факторів (проростання), є крім β -амілази ще і α -амілаза. Фермент α -амілаза є ендоферментом, він діє безладно в середині молекули, розриваючи її на фрагменти, які називають декстринами.

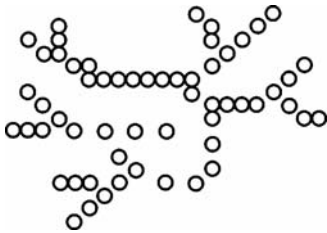


Рис. 6.1. Молекула полісахариду крохмалю.

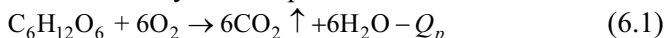
Якщо борошно містить активну β -амілазу і зброджувані сахари, можна чекати високу газоутворюючу здатність, хліб буде пухким. У випадку, якщо в борошні немає β -амілази, для бродіння треба вносити цукор.

Білково-протеїназний комплекс характеризується клейковиною (з франц. – глютенін), протеолітичними ферментами й активаторами протеїнази.

Клейковина – це нерозчинна у воді фракція борошна, що містить прості білки гліадин і глютенін, вони набухають у воді. Кількість клейковини визначають після відмивання крохмалю з тіста,

отриманого за визначеною рецептурою. Однак важливим є не просто кількість, а якість клейковини. Оцінка цієї якості проводиться за критеріями на розтяжність, розпльовування клейковини, визначається пружність і ін. Клейковина створює губчато-сітчасту структурну основу тіста, яка значною мірою визначає його фізичні властивості.

У присутності кисню відбувається реакція:



Цей процес називають диханням.

За відсутності кисню дріжджі трансформують глюкозу таким способом:



Цей процес називають бродінням, тобто вуглеводи розщеплюються з утворенням спирту.

Таким чином, при хлібопеченні на початку бродіння, коли в тісті є кисень, дріжджі утилізують цукор за рівнянням (6.1), після вичерпання кисню процес реалізується за рівнянням (6.2). Дріжджі S легко зброджують моно- і дисахари, а полісахариди, у тому числі і крохмаль, тільки після їх гідролізу (фермент β -амілаза, що знаходиться в борошні, гідролізує крохмаль з утворенням мальтози, яка зброджується дріжджами S).

Хлібопекарські властивості визначають за такими найважливішими показниками, як підйомна сила й осмочутливість. Визначення підйомної сили можна здійснювати прискореним методом – по кульці тіста. За часом спливання кульки тіста характеризують підйомну силу. Підйомна сила – це здатність дріжджів засвоювати вуглеводи борошна.

Осмочутливість характеризує стійкість клітин дріжджів до підвищення осмотичного тиску в середовищі. Для її визначення готують тісто з дуже великим вмістом солі. В окремих рецептурах багато жиру, цукру й інших речовин, тісто утворюється важке, не піднімається, тому що дріжджі в цих умовах не утворюють двоокис вуглецю.

За якістю клейковини борошно буває сильної, середньої і слабкої сили. Якщо клейковина погана, то тісто не розпушується, тому що не здатне утримувати двоокис вуглецю.

Протеолітичні ферменти поділяються на екзо- і ендоферменти (амінопептидази, карбопептидази); вони розщеплюють білок. Ферменти діють на ділянку клейковини, послабляючи її каркас. Зі слабкої клейковини хліб одержати не можна.

Активатори протеїнази – це низькомолекулярні органічні сполуки (глютелін, чи глютенін), що містяться в борошні.

Клейковина, ферменти й активатори впливають на газоутримуючу здатність борошна. Це така властивість борошна, що характеризує здатність до розтягання клейковинного каркасу тіста, тобто його розпушення в присутності двооксиду вуглецю.

У хлібопеченні використовують дріжджі різних товарних форм: пресовані, сухі, дріжджове молоко. Сухі дріжджі бувають активними і розчинними (instant). На Україні в основному використовуються пресовані дріжджі, сухі – за рубежом і в окремих регіонах.

Дріжджі *S. cerevisiae*, які застосовують у хлібопеченні, є факультативними (необов'язковими) анаеробами, тобто вони можуть здійснювати зброджування речовин як у присутності кисню, так і без нього.

Пресовані дріжджі довго зберігати не можна, тиждень при низькій температурі; сухі – 0,5 року, розчинні (instant) – 2 роки.

Нові дріжджі добре себе зарекомендували в домашніх умовах випічки; до виробничої технології не підходять.

Вода повинна відповідати показникам питної води і задовольняти санітарним нормам за вмістом бактерій. Багато мікроорганізмів зберігається при випічці. Якість води для потреб хлібопечення і можливість використання того чи іншого джерела визначають органи санітарної інспекції.

Сіль повинна відповідати вимогам стандарту на харчові цілі. Сіль обов'язково розчиняють і проціджують.

6.4. Способи виробництва тіста з пшеничного і житнього борошна

Для готування пшеничного тіста поширені два способи: безопарний і опарний.

При безопарному способі усі компоненти, що входять у рецептуру тіста, в повному обсязі вносять одночасно. У результаті замісу одержують тісто густої консистенції. Розвиток дріжджів у ньому ут-

руднений і тому норма введення дріжджів понад 1,5 % маси борошна. Тривалість процесу бродіння тіста 3–3,5 год. Економічні переваги не можуть компенсувати якість хліба, вона нижча, ніж в опарному способі.

Опарний спосіб здійснюють у два прийоми. Спочатку одержують опару, в яку вводять 2/3 потрібної за рецептурою води і 1/2 об'єму борошна. На цій стадії вносять усі дріжджі: їх потрібно 0,75 %. Зменшення кількості дріжджів обумовлюється тим, що опара являє собою рідке середовище і складається з основних видів сировини (борошно + вода + дріжджі), навіть сіль не завжди вносять. Тривалість бродіння опари різна: 1,5–3 год. Розрізняють опару густу – 60–70 % борошна, вологість 45 %, і рідку – 30 % борошна, вологість 65 %.

По закінченні першої стадії вносять залишки борошна, води і всіх інших за рецептурою компонентів. Тривалість бродіння тіста 1–1,5 год. Загальна тривалість бродіння на двох стадіях 4,5–6 годин.

Готування житнього хліба багатостадійне: 2, 3 і більш стадій. Тісто готують на заквасках, куди входять молочнокислі бактерії і дріжджі. Закваски можуть бути густі: головки – вологість 50 %, кваси – вологість 60 % і рідкі закваски – вологість 65–70 %.

Закваски одержують попередньо, рідкі – на хлібозаводі, зовнішній вигляд закваски схожий з опарою. Це рідке тісто, до складу якого входять: борошно, вода і частина збродженого тіста. У виробничому циклі закваски постійно відновляють. Загальний час бродіння житнього тіста 10–12 год, використовується багато спеціального устаткування. В умовах малих виробництв не можна виготовити житній хліб.

6.5. Схема виробництва хліба і хлібобулочних виробів

Схема виробництва включає у собі підготовку сировини до виробництва, готування опари і тіста, випічку виробів, їх зберігання і реалізацію (рис. 6.2).



Рис. 6.2. Функціональна схема виробництва хлібобулочних виробів із пшениці.

6.6. Опарний спосіб виробництва хліба

Підготовка сировини складається з таких стадій: просіювання борошна, виготовлення дріжджової суспензії і приготування розчину солі (рис. 6.3).

Заміс опари проводять 4–6 хв до утворення однорідної маси. Заміс тіста триває 5–8 хв. Під час замісу опари і тіста починається процес бродіння. Дріжджі зброджують моно- і дисахари, що є у борошні, і дисахарид мальтозу, що утворюється при гідролізі крохмалю.

На початку бродіння, коли у тісті є кисень, дріжджі утилізують цукор за рівнянням (6.1), яке описує процес дихання. Після вичерпання кисню процес протікає за рівнянням (6.2), яке описує процес бродіння у тісті.

Ціль бродіння – накопичення в опарі і тісті самкових і ароматичних речовин, а також приведення тіста за такими показниками, як газотримуюча здатність і фізичні властивості, у стан, що найбільше підходить до проведення розподілу тіста і випічки.

Внаслідок протікання реакції за рівняннями (6.1) і (6.2) навколо клітини дріжджів утворюється шар, який бідний на сахари, але багатий на двооксид вуглецю.



Рис. 6.3 – Функціональна схема опарного способу виробництва хліба

округлених заготовок пшеничного тіста у стані покою 5 – 8 хв. Цього часу достатньо для розм'якшування у кусках тіста внутрішніх затверділостей, які з'явились у результаті механічного впливу на тісто при розподілі і округленні (проявлення релаксації).

При бродінні опари і тіста проводять обмини, метою яких є переміщення дріжджових кліток до нового місця харчування, крім цього при обминах видаляється надлишкова кількість двооксиду вуглецю. Крупні бульби двооксиду вуглецю перетворюються на дрібні, що сприяє утворенню дрібнопористої м'якушки. Цьому також сприяє розтягання клейковинного каркасу тіста, що відбувається під час обминів.

Обмини проводять способом короткочасного перемішування опари і тіста місильними агрегатами (1–2 хв). Температура бродіння 28–30 °С. Визначення кінця визрівання тіста полягає у титруванні кислотності чи органолептичному способі.

Тісто, що вибродило, направляється на розподіл, який включає у себе поділ тіста на куски, маса яких повинна бути на 10–15 % більше, ніж маса готових виробів з урахуванням упіку і усушки на наступних стадіях. Отримані куски тіста на округлюючих машинах округлюють до форми шару. Після округлення куски тіста зразу попадають на попередню розстойку – витримка

При розстойці куски тіста збільшуються в об'ємі, покращуються фізичні властивості і структура тіста. Попередня розстойка здійснюється зазвичай на стрічкових транспортерах, повз шафи остаточної розстойки на рівні 2,5–3 м від підлоги, при температурі виробничого приміщення.

При виробництві подових круглих і формових виробів попередня розстойка є єдиною і основною, після неї вироби направляються на випічку.

При формуванні складних за формою виробів куски тіста направляють на формуючі і закаточні машини. Після придання напівфабрикату потрібної форми його направляють на остаточно розстойку. Необхідність остаточної розстойки зв'язана з тим, що при формуванні з заготовок тіста кисень майже повністю витісняється двоокисом вуглецю, порушується пориста структура тіста. Для отримання хліба з гарною пористістю і об'ємним виходом необхідно, щоб заготовки тіста збільшились в об'ємі і здобули рівномірну пористу структуру.

Остаточна розстойка здійснюється у спеціальних розстоечних шафах при температурі 35–40 °C і відносній вологості 75–85 %. Для уникнення завітрювання і утворення затверділої корки вироби не повинні обдуватися повітрям. Підвищена вологість зберігає поверхню виробів еластичною, тому збільшення об'єму, яке тут має місце за рахунок інтенсивного бродіння, не призводить до розриву поверхні.

Тривалість остаточної розстойки – 25–120 хв. залежить від рецептури і особливостей технології. Останньою стадією виробництва хліба є випічка, яка проводиться у хлібопекарських печах різної конструкції.

Виріб направляють на випічку, яку проводять при температурі 220–260 °C. Режим випічки хліба встановлюються для різних видів виробів залежно від сорту муки, вологості тіста, маси і форми виробів, способу випічки (подовий чи формовий), параметрів газового середовища пекарської камери і ін. Тепло тістохлібу передається тепловипромінюванням, конвекцією, кондукцією. Але частка тепла, що передається такою енергією, у 5–6 раз більша ніж інші.

При випічці хліба завжди мають місце втрати маси тіста. Ці втрати називають упіком хліба. Кількісно упік виражають як відношення різниці між масою тіста і гарячого хліба: від 6 до 14 % залежно від різних факторів. Найбільша частка в упіку належить во-

лозі – 95 %, решта – спирт, двоокис вуглецю, леткі органічні речовини. Гарячий хліб потребує обережності, тому що він може зминатися, що погіршує зовнішній вигляд і пористу структуру м'якушки. Тому після випічки хліба перед відправкою у торгову мережу, його передають у хлібосховище для охолодження, і реалізують не раніше, ніж через три години після випічки. Дрібні вироби можна випускати гарячими. У процесі охолодження проходить перерозподіл вологи між різними частинами виробу. Частина вологи йде у навколишнє середовище. Вологість корки стабілізується на рівні рівноважної, вологість пластів вирівнюється. У результаті такого вологообміну маса виробів зменшується на 2–4 % від маси гарячого хліба, цей процес називають усушкою. При зберіганні хліба проходить обов'язково процес його старіння, за рахунок старіння біополімерів – білка та крохмалю.

6.7. Терміни зберігання хліба

Для дрібнотоварних виробів цей термін складає 16 год., для хліба з пшеничного борошна – 24 год, з житнього – 36 год.

Основним процесом, що відбувається при зберіганні хліба, є черствіння. Воно зв'язано з ретроградацією крохмалю, тобто його старінням. Частина зв'язаної вологи переходить у вільну форму, що переміщається до периферії виробу. Відбувається зволоження кірки хліба. Мікротріщини, що утворюються, сприяють подальшому видаленню вологи. Сама м'якушка стає крихкою. Упакування в поліетиленові плівки не охороняє від черствіння. Однак волога на поверхні виробу і волога повітря в поліетиленовій плівці приходять у рівновагу, що дозволяє більш тривалий час зберігати хліб свіжим.

6.8. Дефекти хліба

Існують два способи переробки дефектного хліба: мокрий і сухий. Хліб подрібнюють і замочують – це називається мочкою. Влітку при високій температурі йде бродіння. У масу можуть потрапити гнильні мікроорганізми, що небажано. Потім її додають у свіже тісто. Хліб з мочкою нешкідливий, але запах у нього неприємний.

Дефекти хліба можуть бути обумовлені якістю борошна і відхиленнями від оптимальних режимів проведення деяких стадій

технологічного процесу виробництва хліба, його зберігання і транспортування.

До дефектів хліба, викликаних якістю борошна, відносять:

- сторонній запах;
- хрускіт на зубах, обумовлений наявністю піску в борошні;
- гіркий, полинний смак;
- бліде забарвлення поверхні кірки внаслідок недостатньої сахаро- і газоутворюючої здатності борошна;
- липкість і ніби сиропеклість м'якушки, якщо борошно змолоте з пророслого або морозобійного зерна.

ГЛАВА 7.

ВИРОБНИЦТВО КРУПИ І КРУП'ЯНИХ ВИРОБІВ

Продуктом переробки зерна поряд з борошном є крупа і круп'яні вироби. Це другий за обсягом і значенням продукт із зерна після борошна. Крупа і вироби з неї мають високу харчову цінність. Використовуються вони для харчування і у промисловому виробництві, а також для виготовлення концентратів і деяких інших видів виробів.

Відповідно до фізіологічно виправданих норм у середньому в денний раціон людини повинно входити близько 40 г різних круп, що відповідає споживанню 14–15 кг круп'яних виробів у рік.

Крупи містять значну кількість крохмалю і білка. Це висококалорійні продукти: після кулінарної обробки вони легко засвоюються організмом, що робить їх незамінним компонентом лікувального і дієтичного харчування.

7.1. Класифікація круп

В основу класифікації круп покладені біохімічні й анатомічні особливості зерна, а також його форма, побудова і склад. Крім цього, крупи розрізняють за способами переробки.

Види круп розрізняють залежно від культури зерна, з якого вона отримана. Найбільш поширені крупи пшона, гречана, рис, вівсяна, ячмінна, кукурудзяна, пшенична й ін.

Крупи різних видів відрізняються за зовнішніми ознаками (формою, розміром, кольором), а також за вмістом крохмалю, білка, жиру, золи і вітамінів.

Крупа кожного виду поділяється на різновиди, що зв'язані з особливостями її виробництва. Вона може складатися з ендосперму або містити зародки, або насінні чи плодові оболонки, алеїроновий пласт.

Зерно може бути цільним, не дробленим (ядриця), дробленим (січка), плющеним (пластівці). Цільна крупа буває нешліфована, шліфована, полірована, дроблена крупа – нешліфована і шліфована.

Різновиди крупи можуть підрозділятися на більш дрібні групи. Наприклад, манна крупа поділяється на марки залежно від зерна. Марка М – м'яка; марка Т – тверда; марка МТ – змішана пшениця.

Кукурудзяна та ячмінна крупи поділяються за розміром часток на номери – це номери сит, через які вони пройшли, або інші показники.

Деякі види круп – пшоно, рис – поділяються на сорти, що визначають після вироблення на основі оцінки якості. Однак останнім часом виробники відмовляються від розподілу на сорти.

7.2. Вимоги до зерна для одержання круп

Якість крупи залежить від достоїнств зерна, що переробляється, і від технології його переробки (рис.7.1).

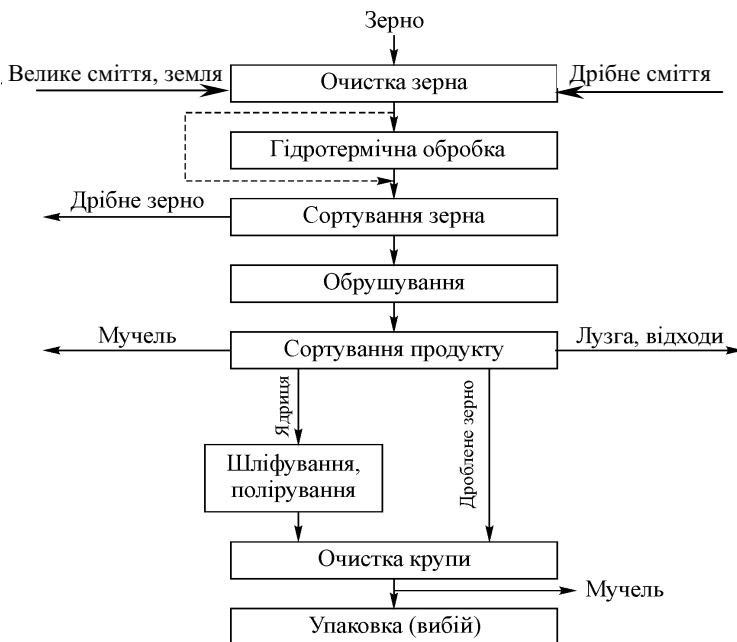


Рис. 7.1. Функціональна схема переробки зерна в крупу (пшоно, гречка, рис, вівсянка).

Властивості зерна різних культур неоднакові. Проте будь-яке зерно повинне відповідати загальним вимогам: бути доброякісним,

повноцінним, належно обробленим, мати сприятливі біохімічні властивості. Таким вимогам, як правило, відповідає зерно, вирощене в належних умовах: тобто треба використовувати районоване зерно. Погодні, кліматичні умови теж впливають на якість зерна, а отже, крупи, отриманої з нього.

При складанні партій круп'яного зерна, що направляється на переробку, не можна допускати змішування зерна різних видів, типів (розмірів, форми, технологічних властивостей зерна), різної вологості.

Виробництво крупи включає підготовку зерна до переробки і переробку зерна в крупу, шліфування і полірування, очищення і сортування та упакування.

Підготовка включає відділення домішок від зерна, підготовку до лущення, гідротермічну обробку, попереднє сортування.

Основною операцією одержання крупи є лущення – видалення квіткових плівок, плодових і насінних оболонок. Зерно, звільнене від них, називають ядром.

Гідротермічна обробка полягає в тім, що зерно зволожують і пропарюють гострою парою при тиску 0,15–0,20 МПа протягом 3–5 хв., висушують до вологості 12–14 %. Ця обробка викликає руйнування оклеюючих речовин у плівках і оболонках зерна, часткову оклейстеризацію в периферичних шарах ендосперму, а також розклад ферментів. Це зерно зберігається довше без погіршення якості. Однак ця операція не завжди проводиться в нашій країні. Вона полегшує обрушення зерна, підвищує його стійкість при зберіганні, скорочує час варіння круп.

Сортування зерна проводять за розмірами шляхом просівання на ситах для одержання фракцій, що складаються з однорідних за розміром зерен (3 фракції). Дрібне зерно відокремлюється. Переробка несортованого зерна знижує вихід крупи, погіршує її якість; більш великі зерна руйнуються, перетворюються в мучель (мучка) і дроблене ядро, а дрібні зерна залишаються не обрушеними.

Обрушення – лущення – відділення квіткових плівок зерна проводять на машинах, що обрушують, або крупорушильних верстатах (крупорушках). Робочі органи цих машин встановлюють на такій відстані один від одного, щоб їх впливові піддавалися оболонки і плівки зерна, але не торкалися самого зерна (ендосперму). Якість процесу визначається зазором, тому потрібне додаткове сортування зерна.

Як робочі органи примітивного пристрою для відділення лузги від вівса можуть бути використані два плоских камені, нижній з яких рухається. Верхній камінь нерухомий, посередині у ньому отвір, через який овес може падати на нижній камінь, що під дією відцентрової сили відкидає зерна назовні. Однак шорсткувата поверхня каменю утримує зерна, а полова-лузга видувається, відокремлюється.

На ситах відокремлюють отримані при обрушенні цільні, колоті, не обрушені зерна і дрібно здрібнені частки (мучель). Потім відокремлюють у сепараторі половику за допомогою вертикально спрямованого потоку повітря.

При обрушенні відокремлюють грубі плівки зерна, які організм не засвоює. Крупа у порівнянні з зерном містить клітковини на 85–92 % менше, пентазани – на 61–79 %, золи – на 56–80 %. Клітковина цілком виключається.

Шліфування і полірування продукту застосовується для видалення зародка й оболонкових частин. Крупі додають визначену форму, однорідність, досягається поліпшення споживчих достоїнств (якостей). Однак ця обробка зменшує біологічну цінність продукту.

Очищення і сортування крупи проводиться перед упакуванням, що називають вибоєм (вибієм). На цій стадії відбувається очищення від мікродомішок шляхом провіювання і просівання.

Упакування (вибієм) крупи проводять в джутові, льоноджутові і бавовняно-паперові мішки масою 50, 65, 70 кг або в пакети масою 0,5 і 1 кг, які направляють у торговельну мережу.

7.3. Круп'яні вироби

До них відносять сухі сніданки, круп'яні концентрати, сухі продукти дитячого і дієтичного харчування.

Сухі сніданки – готові до вживання продукти. Їх поділяють на пластівці і повітряні (висаджені) зерна.

Пластівці з різних видів зерна одержують таким способом: зерно дроблять; варять у воді з додаванням цукру, солодового екстракту або солі; підсушують, пропарюють, розплющують на гладких вальцях; обсмажують у газовій печі, прохолоджують і упаковують.

Продукт виходить у виді тонких, крихких, частково роздутих пластинок жовто-коричневого кольору. При випуску продукту в ньому утримується вологи 2,5–5 %, однак він дуже гігроскопічний і швидко зволожує до 10 %. Тому його треба відразу упакувати.

Повітряні зерна одержують таким способом: очищене зерно завантажують у спеціальний апарат, нагрівають при підвищеному тиску 1,2–1,5 МПа. Зерно проварюється у власних парах; тканини зерна розм'якшуються, стають пластичними. При відкриванні кришки за рахунок різкого перепаду тиску пари і повітря усередині зерна швидко розширюються. Об'єм збільшується в 5–6 разів, при цьому утворюється ватоподібна структура. Продукт готовий до вживання, його вологість складає 7–8 %.

Кукурудзяні палички одержують за подібною технологією. Обробку проводять у екструдері, продукт розігрівається і продавлюється через насадку. На виході має місце перепад тиску, з тонкого струменя утворюються палички: солоні, солодкі, із прянощами, з ароматичними і білковими добавками, глазуровані.

Круп'яні обідні концентрати поділяють на I і II блюда: I – супові концентрати; II – концентрати других блюд – це каші, пудинги. Вологість продукту 10 %. Схема виробництва включає варіння до повної готовності круп з наступним розпушенням і сушінням, їх змішують з інгредієнтами, брикетують і упаковують.

ГЛАВА 8.

ТЕХНОЛОГІЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

8.1. Загальні положення

Макаронні вироби є кулінарним напівфабрикатом, який виготовлено з борошна і води, іноді з додаванням збагачувача. Основними достоїнствами макаронних виробів як продукту харчування є висока поживність, оскільки для їхнього виготовлення застосовується пшеничне борошно вищої якості з максимальним вмістом білкових і мінімальним – мінеральних речовин (золи), швидкість і простота готування з них їжі.

Макаронні вироби містять не менш як 12 % білкових речовин, 70 – 72 % вуглеводів (в основному крохмаль) і лише 11 – 12 % вологи. Чим менше в макаронних виробках жиру (зміст його коливається від 0,5 до 0,7 %), тим краще вони зберігаються.

Подібні вироби вже виготовлювали в середні віки в Азії, відкіля неаполітанські купці завозили їх до Італії. Потім вони поширилися по всій Західній Європі. Промислове їх виробництво в Європі виникло на початку XVIII століття. У 1797 р. в Одесі з'явилася перша в Росії макаронна фабрика.

Сучасна тенденція розвитку виробництва макаронної продукції характеризується високим ступенем концентрування, комплексною механізацією процесів з безперервно діючими потоковими лініями, з автоматизованим контролем і регулюванням технологічних процесів. Поряд з цим, зараз широко представлені підприємства малої потужності, що випускають макаронну продукцію невеликими партіями, але в різноманітному асортименті. Розроблено малогабаритне устаткування для підприємств подібного типу: маленькі комбайни-автомати продуктивністю 15 – 30 кг/год, що вміщаються на звичайному столі. Як правило, це екструдери з набором різних насадок. Макаронні вироби випускають з різними наповнювачами, добавками: буряк, желе, варення й ін. Проте ця технологія поширена у світі, а не в нашій країні.

8.2. Асортимент макаронних виробів

Макаронних виробів випускається понад 100 найменувань. Вони підрозділяються на сорти, типи, види і різновиди.

У нас випускається два сорти макаронних виробів: вищий і перший. Вищий одержують з борошна вищого сорту (крупчатка), перший – першого сорту (напівкрупчатка). Якщо у вироби вводять добавки, то до назви сорту додають “вищий”, “ясчний”, “перший”, “томатний”.

Макаронні вироби кожного сорту поділяються на типи. Трубочасті – у виді трубок різного діаметра і довжини; локшина – у виді стрічок різної товщини і довжини; фігурні вироби – пресовані або штамповані, різної форми і малюнка.

Кожен тип поділяється на види, наприклад трубочасті бувають: макарони, ріжки і пір’я. У кожному виді ще є розподіли, але це питання курсу товарознавства.

Фігурні вироби випускаються зараз у найпоширенішому асортименті: вушка, ракушки, крупка, зерна, алфавіт, зірочки, квіточки й ін.

8.3. Сировина для виробництва макаронних виробів

До сировини для виробництва макаронних виробів відноситься борошно, вода, збагачувальні добавки. У виробництві макаронних виробів до борошна ставлять специфічні вимоги: крупинчата структура, високий вміст клейковини, відсутність здатності до потемніння.

У ході помелу зерна забезпечують одержання крупки, яка схожа на манну крупу, але дрібніша разів у чотири. Спеціальний помел крупчастої структури забезпечує знижену водовбираючу здатність борошна.

Вміст клейковини високий – 30 – 32 %, клейковина зерна повинна бути сильною. Відсутність здатності до потемніння забезпечується низьким змістом амінного азоту, редукованих сахарів і ферменту тіразінази (поліфенолу). Таким чином, потемніння макаронних виробів може бути викликано неферментативними причинами – реакцією меланоїдиноутворення (азот, сахар) і ферментативними. І тих й інших потрібно уникати.

Макаронне борошно одержують із твердої пшениці – семоліну або склоподібної м’якої – фарину. Допускаються добавки м’якої пшениці до твердої в кількості 15 %.

Іноді у виробництві макаронів використовують хлібопекарське борошно! Якість макаронних виробів погана, продукція виходить не конкурентоспроможною. Причини економічного характеру: в Україні твердої пшениці вирощується менше.

Вода повинна задовольняти вимогам, пред'явленим до харчової води.

У числі збагачувальних добавок застосовують ті, котрі підвищують харчову цінність (яйцепродукти, молочні продукти, білкові ізоляти, харчові волокна), використовують також смакові ароматичні речовини, що поліпшують властивості тіста, біологічно активні речовини (вітаміни, мінеральні речовини).

8.4. Особливості рецептури макаронних виробів

У виробничих рецептах макаронного тіста враховують:

- склад суміші борошна;
- хвилину витрату борошна і води (і відповідні їм показники дозаторів борошна і води);
- витрату збагачувачів (вказують об'ємні витрати або відсоток від борошна);
- температуру води;
- температуру і вологість тіста.

Кількість води для приготування тіста спочатку визначають за формулою змішування (8.1), а потім коригують на основі лабораторних замісів. Формула змішування

$$B = \frac{M(W_T - W_M)}{100 - W_T}, \quad (8.1)$$

де B – витрата води, л/хв; M – маса борошна в одиницю часу, кг/хв; W_T – вологість тіста; W_M – вологість борошна.

Слабка клейковина утримує мало води, і тісто потече, щоб цього уникнути, роблять лабораторний заміс.

Розрізняють три види температурних режимів: холодний заміс – температура води 20 °С; теплий – температура води 40 – 60 °С; гарячий – температура води 90 °С.

Вологість тіста варіюють у широкому діапазоні значень: 28 – 32,5 %. Наприклад, макарони підвісного сушіння – вологість тіста 31 – 32,5 %; вермішель – 30,5 – 31,5 %; локшина різана 28 – 29 %. Верхня межа вологості рекомендована для борошна з високим змістом клейковини. У цьому випадку краще формувати, менше енергії витрачається на формування, менше зношуються деталі формуваль-

них машин. Якщо клейковина погана, то не одержимо формування – тісто поповзе. Якість клейковини має велике значення.

Залежно від вологості розрізняють три типи замісу тіста: твердий заміс тіста вологістю 28 – 29 %, середній – 29,5 – 31,0 %, м'який заміс тіста вологістю 31,5 – 32,5 %.

Тісто *твердого* замісу кришкоподібне, малозв'язане. Обробляти його важко, процес йде повільніше, ніж при інших замісах; застосовується тільки для штампованих виробів складної форми.

Найбільш розповсюджений *середній* заміс. Тісто при цьому мілкокомкувате, досить сипуче, добре заповнює прийомні витки шнеку. Вироби після пресування добре зберігають свою форму, не злипаються при розкладці й у насипі в кілька шарів.

При *м'якому* замісі тісто пластичне, м'якше формується, але вироби повільніше висушуються.

Витрата борошна M на одну тонну готових виробів визначається за формулою:

$$M = 1000 \frac{100 - W_{\text{г}}}{100 - W_{\text{б}}} + M_{\text{т}}, \quad (8.2)$$

де $W_{\text{г}}$ – вологість готових виробів, % (вона зазвичай дорівнює 11 – 12 %, що визначає особливості сушіння на даному виробництві); $W_{\text{б}}$ – вологість борошна, %; $M_{\text{т}}$ – технологічні втрати, кг/т, вони коливаються в межах 0,2 – 0,55 % залежно від способу зберігання, від затарювання, це реальні витрати.

Вологість борошна $W_{\text{б}}$ трохи міняється, при затарюванні в мішки вологість збільшується, потрібно коригування.

На 1 т макаронних виробів потрібно більше як 1 т борошна, тому що базова вологість борошна 14,5 – 15 %, тобто вона більше вологості макаронних виробів, та ще плюс втрати. Орієнтовно з 1 т борошна одержують 850 – 900 кг виробів. Контроль проводять кожну зміну (рис. 8.1).

Підготовка борошна включає просівання і видалення феромагнітних домішок. Просівання борошна здійснюють на просіювачах різного типу, при цьому не тільки видаляються всілякі домішки, а й відбувається аерація – насичення борошна повітрям. Магніти встановлюють на шляху руху борошна у двох точках – у відділенні борошняного постачання і безпосередньо перед борошняним дозатором.



Рис. 8.1. Функціональна схема технології виготовлення макаронних виробів

Воду підігрівають залежно від типу замісу. Збагачувальні добавки перед дозуванням змішують з водою в спеціальній місткості, і цю кількість води віднімають із загального обсягу.

Ціль замісу тіста – це не тільки рівномірний розподіл компонентів, що змішуються, а й забезпечення оптимальних фізичних його властивостей, що обумовлюють високу якість готових виробів. Дозована кількість води і борошна надходить у тістозмішувач. З першого моменту взаємодії цих компонентів починається процес зв'язування води колоїдами борошна і набрякання останніх. Розроблено багато різних тістозмішувачів, але не усі

вони виконують подвійну задачу, яка сформульована у цілі. Так, у змішувачах шнекових пресів відбувається змішування інгредієнтів, при цьому одержують порошкоподібне тісто у вигляді крихт і невеликих крупинок. Таке тісто непридатне для безпосереднього пресування виробів. Тістозмішувачі шнекових пресів умовно відносять до тістозмішувачів, тому що вони не вимішують тісто, а лише рівномірно зволожують борошно розбризкуванням води. Подальша обробка тіста здійснюється в каналі шнекової камери процесу, де його порошкоподібна маса під впливом шнекової лопаті поступово ущільнюється і пластифікується, здобуваючи структуру і властивості, необхідні для наступного формування. У шнековій камері відбувається заключна стадія формування структури макаронного тіста, видаляються пухирі повітря. Під дією ферментів борошна на цій стадії відбувається «дозрівання» тіста, зникає мучний присмак.

Формування макаронних виробів здійснюється в основному двома способами – пресуванням і штампуванням. Основним з них є метод пресування. Виробництво штампованих виробів також зв'язано з пресуванням. Стрічка, з якої штампуються вироби складної форми, утворюється методом пресування тіста через тонку щілину матриці макаронного преса.

Для формування макаронних виробів у даний час застосовуються шнекові преси безперервної дії, що являють собою комплексні агрегати, які одночасно автоматично здійснюють прийом і дозування сировини за допомогою спеціальних дозаторів, готування тіста в тісто змішувачах, його обробку в шнековій камері і, нарешті, випресування макаронних виробів через матрицю.

Тісто, що сформувалося в шнековій камері, нагнітається в невеликий предматричний простір, що закінчується пресовою матрицею. Через отвори матриці випресовується тісто завдяки тискові, створеному в шнековій камері. Цей тиск розвивається внаслідок опору формуючих отворів матриці витіканню крутого макаронного тіста, швидкості пресування, площі живого перетину отворів і їхньої конфігурації, характеру витікання тіста через отвори і ряду інших взаємозалежних факторів.

Форма виробів, одержуваних пресуванням, залежить від конфігурації поперечного перерізу формуючих отворів матриці. В основному зустрічаються два види отворів: суцільні і з вкладишами, хоча кожний з них представлений величезною розмаїтістю конфігурацій. Суцільні отвори дають ниткообразні вироби, а отвори з вкладишами – трубчасті. Довжина спресованих ниток і трубочок може бути нескінченно великою, оскільки пресування шнеком здійснюється безупинно. Нитки ріжуться на частини відповідно до виду виробу за допомогою різальних механізмів.

Таким чином, основним робочим органом макаронного пресу, що визначає тип і вид макаронних виробів, є матриця.

Оброблення сирих виробів включає обдування їх повітрям для підсушування, різання за заданою довжиною і їх розкладку на пристрій для сушіння.

Сирий виріб для швидкого підсушування поверхні обдувають повітрям з метою зниження пластичності і передачі їм пружності й стійкості до деформацій, особливо до злипання і скривлення.

Поширено два способи подачі повітря до поверхні виробів. Для більшості виробів і методів різання застосовується обдування струменем повітря перпендикулярно до поверхні виробів. При різанні у висячому положенні вермішелі і локшини для одержання більш рівних виробів підсушування доцільно вести продувкою повітря уздовж поверхні макаронних виробів на визначеній довжині.

Обсушку треба робити повітрям, що забирається з цеху. Не можна обдувати вироби холодним повітрям, тому що на охолоджених виробах можлива конденсація вологи. Обдування потрібно вести так, щоб не відбувалося розтріскування поверхневого пласту виробів.

Призначення різання – одержання продукту визначеної довжини, обумовленої стандартом. Від якості різання і розкладки залежать продуктивність сушильного устаткування, витрата сировини і якість виробів.

Макарони для касетного сушіння у вигляді пасом звисають під матрицею, досягаючи довжини 1,5–2 м, потім автоматично підхоплюються й укладаються на касети, після чого їх ріжуть вручну або механізовано. В даний час застосовуються різні варіанти механізованого різання і розкладки трубчастих виробів при касетному сушінні. Для сушіння усіх видів коротких макаронних виробів застосовується універсальний різальний апарат.

Макаронні вироби, що зрізані, обсипаються по направляючих лотках на стрічку транспортера. Розкладкою при сушінні забезпечується рівномірний доступ повітря до всіх частин маси продукції, що висушується. Довгі вироби для сушіння в підвісному стані розвішуються рівними рядами на бастуни за допомогою машин-автоматів, саморозвісів, що входять до складу потокових машин.

Вирішальним етапом виробництва макаронних виробів є сушіння. Технологічні основи сушіння базуються на основах щодо тепло- і масопереносу. Найбільш ефективним методом керування процесу сушіння є регулювання за параметрами самого об'єкта сушіння. Тому для наукового обґрунтування режиму сушіння необхідне знання властивостей матеріалу, що висушується.

Макаронним виробам як об'єктам сушіння притаманні такі властивості:

Вологопровідність, що викликає відставання внутрішнього переносу вологи від вологовіддачі в навколишнє середовище й обумовлює виникнення значних градієнтів вологості на перерізу виробу.

Лінійна й об'ємна усадка виробів, при жорстких режимах сушіння і градієнтах вологості, що перевищують значення гранично припустимих, викликає розтріскування і короблення виробів.

Здатність до розтріскування і короблення зберігається і після сушіння.

В міру зниження вологості поступово змінюються структурно-механічні властивості: із пластичного стану вироби, через пружно-еластичний стан, переходять до крихкого. Кожному стану відповідає визначена зона вологості. До першої критичної вологості (точка С) вироби зберігають пластичність; до другої критичної вологості (точка D) вироби залишаються пружно-еластичними, а при вологості нижче другої критичної стають крихкими (рис.8.2).

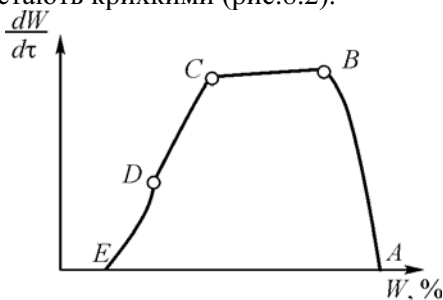


Рис. 8.2. Крива сушіння.

Наявні дві форми зв'язку води: адсорбційна й осмотична. Білки, що більш гідрофільні, утримують воду міцніше, ніж крохмаль.

Наявність двох періодів сушіння виробів: у першому – швидкість сушіння постійна, у другому – зменшується. У першому періоді обезводнювання йде більш інтенсивно завдяки тому, що в першу чергу видаляється осмотично зв'язана вода, в основному з крохмалю.

Рівноважна вологість змінюється залежно від параметрів сушильного агента і властивостей тіста.

При виборі режиму конвективного сушіння необхідно враховувати зазначені технологічні властивості макаронного тіста. Під терміном «режим сушіння» розуміють сукупність параметрів сушильного повітря (температура, вологість, швидкість), тривалість сушіння, наявність періодів сушіння й відволожування, їхню тривалість і частоту чергування.

Ідеальним режимом буде такий, при якому внутрішній масоперерозподіл води не буде відставати від вологовіддачі з поверхні виробу. Здійснити такий режим досить складно.

Для інтенсифікації внутрішнього вологоперерозподілу виробу після попереднього підсушування його обдувають повітрям підвищеної температури і високої вологості (до 90 %). При такому режимі вологовіддача з поверхні незначна, а підведене до виробів тепло буде витрачатися в основному на прогрів самих виробів, таким чином буде вирівнюватися поле вологості. Це, у свою чергу, дає можливість застосувати слідом за відволожуванням більш жорсткий режим сушіння. Чергування сушіння й відволожування – найбільш відповідний режим сушіння.

Для сушіння макаронних виробів найбільш широко розповсюджені такі режими: трьохстадійний або пульсуючий режим; сушіння повітрям з постійною сушильною здатністю; сушіння повітрям зі змінною сушильною здатністю; сушіння з попередньою термообробкою сирих виробів.

Основна мета кожного режиму – не допустити великих градієнтів вологості, небезпечних для розтріскування виробів.

Заключною стадією виробництва макаронних виробів є упакування і збереження.

Макаронні вироби небажано упаковувати відразу після сушіння, тому що температура їх відносно висока. Крім того, у виробих продовжується вирівнювання вологи по перерізу. Поле вологості як усієї макаронної маси, так і кожного виробу після сушіння залишається неоднорідним: з поверхні більш сухі, у товщі більш вологі. У виробих після сушіння у жорсткому режимі, внаслідок нерівномірної лінійної усадки, виникають внутрішні напруження. Величина їх може бути ще недостатньою, щоб викликати руйнування виробів, але якщо вони відразу після сушіння потраплять на упакування, то неминучі при цьому механічні операції можуть підсилити внутрішні напруження і викликати руйнування продукту. Необхідно перед упакуванням виробу витримати в спокійному стані протягом часу, необхідного для охолодження, вирівнювання вологості і зняття внутрішніх напружень. З цією метою в технологічний процес введено вистоювання або стабілізацію виробів у відповідних пристроях.

Процес упакування включає подачу виробів на пакувальні столи або бункери, сортування, перевірку виробів на магнітних сепараторах (для короткорізаних виробів), укладання в тару, включаючи ущільнення на вібраторах, зважування, пакування, маркування.

Макаронні вироби випускаються у фасованому і розваженому вигляді.

Продукція фасується в коробки, пакети з паперу, целофану й інших плівок масою нетто не більше 1 кг. Це споживче упакування повинне бути покладене у додаткову тару.

8.5. Загальна технологічна схема виробництва

Технологічна схема, приведена на рис.8.3, показує послідовність процесів виробництва на сучасній макаронній фабриці.

Прийом і зберігання сировини. Борошно з муковоза пневмотранспортом подають у борошняний силос 3, де воно зберігається до пуску у виробництво, а в зимовий час прогрівається до температури повітря борошняного складу. Повітря, що витісняється з бункера, видаляється через фільтри 2. Борошно із силосів попадає в шнек 4, яким через відцентровий просіювач 5 подається в дозатор 7 преса 8. Запилене повітря з циклона-розвантажувача надходить у фільтр 6.

Яйця в шухлядах укладають на стелажі холодильної камери, де вони зберігаються до 5 днів при температурі 2 – 4 °С.

Підготовка сировини до пуску у виробництво. Складають суміші борошна окремих партій, якщо це викликається технологічними міркуваннями; очищують їх від сторонніх домішок і зважують на автоматичних вагах млинарського типу. Пропорцію суміші встановлює лабораторія на підставі аналізів різних партій борошна. Відповідно до встановленої пропорції настроюють дозатори, якими постачений кожен силос.

Яйця спочатку миють у спеціальній машині, потім розбивають шкаралупу і змішують їх з водою (яєчний меланж теж змішують з водою) для готування водно-білкової суміші.

Для підготовки води застосовують безупинно діючі змішувачі, постачені теплорегулюючим пристроєм.

Процес *замісу тіста* здійснюється в тістозмішувачах; дозування борошна, води і водно-білкової суміші проводять спеціальними дозаторами окремо для кожного компонента. Тістозмішувач складається з одного або декількох відділень.

На лініях із пресами фірми «Брайбонт» ця машина складається з трьох–чотирьох послідовно з'єднаних відділень. У першому відбувається попереднє змішування борошна і води, у наступних двох –

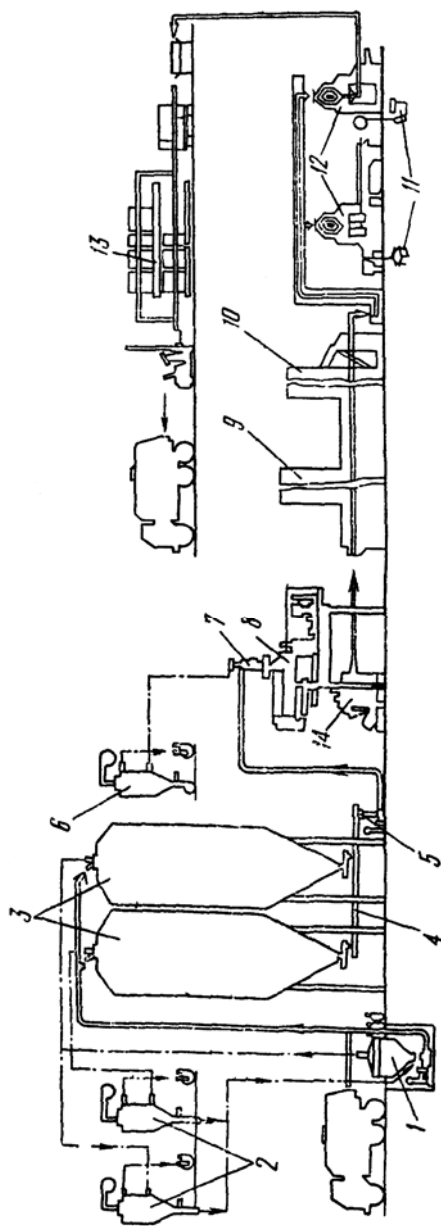


Рис. 8.3. Технологічна схема виробництва макаронів:

1 – бункер для замішування борошна; 2 – фільтр для очищення повітря від борошняного пилу; 3 – борошняні бункери (силоси); 4 – шнек; 5 – відцентровий просіювач; 6 – фільтр; 7 – борошняний дозатор; 8 – шнековий макаронний прес; 9 – камера попереднього сушіння; 10 – камера остаточного сушіння; 11 – полімерний пакет або картонна коробка; 12 – фасувальні автомати; 13 – склад готової продукції; 14 – саморозважування.

остаточне змішування, у четвертому – вакуумування тіста і постачання його до нагнітальних шнеків. Вакуум створюється вакуумним насосом (рис.8.4).

Процес пресування: з останнього відділення тістозмішувача тісто самопливом надходить у прийомний отвір шнекової камери, де піддається інтенсивній механічній обробці шнеком і поступово переміщається уздовж шнекового каналу до матриці.

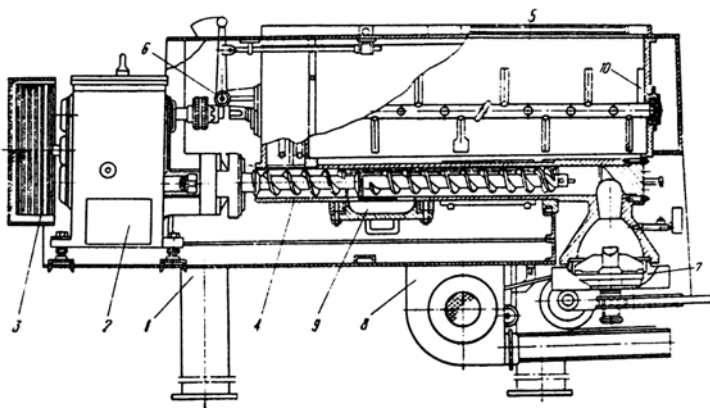


Рис. 8.4. Прес марки ЛПЛІ-2М:

- 1 – опори; 2 – редуктор; 3 – привід; 4 – пресуючий корпус; 5 – тістозмішувач;
6 – муфта з блокуванням; 7 – головка з різальним механізмом; 8 – обдувач;
9 – перепускний канал; 10 – ніж для зачистки стінок від тіста.

Передматричний простір, або тубусна (диффузорна) труба, закінчується круглою або прямокутною матрицею. У потокових автоматизованих лініях для виробництва довгих виробів установлюють преси з прямокутними матрицями.

Випресовані вироби звішуються з отворів матриці двома довгими пасмами, по 1–3 нитці в кожній. Пасма приймаються автоматично діючим апаратом, за допомогою якого вони рівними рядами розвішуються на металеві бастуни.

ГЛАВА 9.

РОЗРАХУНОК МАСИ СУХИХ РЕЧОВИН І ВОЛОГИ У СИРОВИНІ

Масу сухих речовин розраховують, виходячи з кількості сировини і відсоткового вмісту в ній сухих речовин, тобто

$$G_{\text{ср}} = G_{\text{с}} \cdot a / 100, \quad (9.1)$$

де $G_{\text{ср}}$ – маса сухих речовин у сировині, кг; $G_{\text{с}}$ – маса сировини, кг; a – вміст сухих речовин у сировині, %.

Кількість вологи в сировині може бути розрахована двома способами:

$$G_{\text{вол}} = G_{\text{с}} - G_{\text{ср}}, \quad (9.2)$$

або

$$G_{\text{вол}} = G_{\text{с}} \cdot W / 100, \quad (9.3)$$

де W – вологість сировини, %.

Приклад 1. Розрахувати масу сухих речовин і вологи в 50 кг борошна вологістю 12,5 %.

Розв'язок

1) Вміст сухих речовин у сировині

$$a = 100 - 12,5 = 87,5 \, \%.$$

2) Маса сухих речовин

$$G_{\text{ср}} = 50 \cdot 87,5 / 100 = 43,75 \, \text{кг}.$$

3) Маса вологи

$$G_{\text{вол}} = 50 - 43,75 = 6,25 \, \text{кг} \quad \text{або} \quad G_{\text{вол}} = 50 \cdot 12,5 / 100 = 6,25 \, \text{кг}.$$

Приклад 2. Знайти вологість рідких дріжджів, якщо в 40 кг рідких дріжджів міститься 36 кг вологи.

Розв'язок

$$W_{\text{вол}} = 36 \cdot 100 / 40 = 90 \, \%.$$

9.1. Контрольні задачі

9.1. Визначити масу сухих речовин і вологи у 70 кг пшеничного борошна вологістю 14 %.

9.2. Визначити масу вологи у 25 кг рідких дріжджів вологістю 78 %.

9.3. Визначити кількість борошна, яке пішло на заміс тіста, якщо маса сухих речовин у ньому 25 кг, вологість – 13 %.

9.4. Визначити масу сухих речовин і вологи у 36 кг житнього борошна вологістю 12 %.

9.5. Визначити вологість борошна, якщо у 80 кг його маса вологи становить 10,4 кг.

9.6. Визначити масу сухих речовин і вологи у 12 кг цукрового розчину концентрацією 50 %.

9.7. Визначити масу сухих речовин і вологи у 4 кг дріжджової суспензії вологістю 94 %.

9.8. Визначити загальну масу сухих речовин у 90 кг продукту, що складається з 85 кг борошна вологістю 13,5 %, 1 кг солі вологістю 3,5 % і 4 кг цукру вологістю 0,14 %.

9.9. Визначити масу вологи у 25 кг сольового розчину концентрацією 24 %.

9.10. Визначити масу сухих речовин у 55 кг борошна, якщо маса вологи 7,7 кг.

9.11. Визначити кількість рідких дріжджів вологістю 80 %, якщо маса вологи в них становить 6 кг.

9.12. Знайти масу сухих речовин і вологи у 20 кг маргарину при вологості 16 %; у 10 кг яєць при вологості 73 %.

9.13. Визначити масу сухих речовин у 50 кг сировини, що складається з 48 кг борошна вологістю 15 %, 0,5 кг солі вологістю 3,5 %, 1,5 кг маргарину вологістю 16 %.

9.14. Знайти вологість дріжджової суспензії, у 3 кг якої міститься 0,24 кг сухих речовин.

9.15. Розрахувати кількість цукру вологістю 0,14 %, що пішла на приготування тіста, якщо маса сухих речовин у ньому становить 2,5 кг.

9.16. Визначити вологість опари, у 120 кг якої міститься 62 кг сухих речовин.

9.17. Визначити вологість опари, що складається з 50 кг борошна, 25 кг рідких дріжджів вологістю 75 % і 66 кг води.

ГЛАВА 10. РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ БОРОШНА НА ЗАМІС ТІСТА

Кількість борошна на заміс порції тіста визначають з урахуванням продуктивності печі та ємності для бродіння тіста. При розрахунках використовують дані табл.10.1, у якій подані максимальні норми завантаження борошна на 100 л бродильної ємності діжі або бункера.

Таблиця 10.1. Максимальні норми завантаження борошна

Борошно	Закваска, кг	Опара, кг	Тісто, кг
Житнє			
Оббивне	45	—	41
Обдирне	40	—	39
Сіане	39	—	38
Пшеничне			
Оббивне	—	37	40
II сорту	—	33	38
I сорту	—	30	36
Вищого сорту	—	26	32

Загальні годинні витрати борошна на приготування тіста

$$B_{\text{год}}^{\text{заг}} = \Pi_{\text{год}} \cdot 100 / \phi_{\text{п}}, \quad (10.1)$$

де $\Pi_{\text{год}}$ – годинна продуктивність печі для хліба, кг; $\phi_{\text{п}}$ – плановий вихід виробу, %.

При безперервному способі приготування тіста визначають витрати борошна за хвилину. При порційному способі розраховують максимальну кількість борошна, що може міститися в ємності

$$G_{\text{деж}} = V \cdot q / 100, \quad (10.2)$$

де V – місткість діжі, л; q – норма завантаження борошна в ємність, кг.

При порційному способі приготування тіста необхідно враховувати ритм переробки тіста, що має бути не більше 30–40 хв для тіста і

не більше 60 хв для опари і закваски. Ритм переробки тіста розраховують за формулою:

$$r_{\text{т}} = G_{\text{деж}} \cdot 60 / V_{\text{год}}^{\text{заг}} \quad (10.3)$$

Частину загальної маси борошна вносять у тісто у складі напівфабрикатів (опари, закваски), що треба враховувати при розрахунку кількості борошна на заміс тіста.

Вміст борошна в порції напівфабрикату (кг) розраховують за формулою:

$$G_{\text{нф}} = \frac{G_{\text{нф}} \cdot (100 - W_{\text{нф}})}{100 - W_{\text{б}}}, \quad (10.4)$$

де $G_{\text{нф}}$ – маса напівфабрикату, кг; $W_{\text{нф}}$ – вологість напівфабрикату, %; $W_{\text{б}}$ – вологість муки, %.

Формулу (10.4) застосовують для напівфабрикатів, що складаються практично тільки з борошна і води.

Кількість борошна на заміс тіста визначають як

$$G_{\text{т}}^{\text{зам}} = G_{\text{заг}}^{\text{б}} - G_{\text{нф}}^{\text{б}}, \quad (10.5)$$

де $G_{\text{заг}}^{\text{б}}$ – загальні витрати борошна на заміс тіста, кг; $G_{\text{нф}}^{\text{б}}$ – витрати борошна на приготування напівфабрикату, кг.

У тому випадку, коли в тісті, крім борошна і води, міститься інша сировина, вміст борошна в тісті визначають за формулою

$$G_{\text{т}}^{\text{б}} = \frac{G_{\text{т}}(100 - W_{\text{т}}) - G_{\text{с}}(100 - W_{\text{с}}) - G_{\text{др}}(100 - W_{\text{др}}) - G_{\text{ц}}(100 - W_{\text{ц}})}{100 - W_{\text{б}}}, \quad (10.6)$$

де $G_{\text{т}}, G_{\text{с}}, G_{\text{др}}, G_{\text{ц}}$ – маса тіста, солі, дріжджів, цукру відповідно, кг; $W_{\text{т}}, W_{\text{с}}, W_{\text{др}}, W_{\text{ц}}, W_{\text{б}}$ – вологість тіста, солі, дріжджів, цукру і борошна, %.

Приклад 1. Розрахувати годинну витрату борошна на заміс тіста і ритм переробки тіста, якщо продуктивність печі з хліба пшеничного борошна II сорту – 720 кг, вихід – 144 %. Тісто готується порційним способом у діжах місткістю 330 л.

Розв'язок

1) Визначаємо годинну витрату борошна на заміс тіста за формулою (9.1)

$$B_{\text{год}}^{\text{заг}} = 720 \cdot 100 / 144 = 500 \text{ кг/год.}$$

2) Визначаємо максимальну кількість борошна в діжі за формулою (9.2)

$$G_{\text{діж}} = 330 \cdot 38 / 100 = 125 \text{ кг.}$$

3) Ритм переробки тіста розраховуємо за формулою (9.3)

$$r_t = 125 \cdot 60 / 500 = 15 \text{ хв,}$$

що припустимо, оскільки менше 30 – 40 хв.

Приклад 2. Тісто для хліба пшеничного з борошна II сорту готують опарним способом на рідких дріжджах у діжах. Витрати борошна становлять 125 кг. На заміс тіста беруть 80 кг опари вологістю 50 %, що готується з 30 кг рідких дріжджів вологістю 80 %. Знайти кількість борошна на заміс опари і тіста.

Розв'язок

1) Використовуючи формулу (9.4), розрахуємо кількість борошна в рідких дріжджах

$$G_{\text{рд}}^{\text{б}} = 30 \cdot (100 - 80) / (100 - 14,5) = 7 \text{ кг}$$

і кількість борошна в опарі:

$$G_{\text{оп}}^{\text{б}} = 80 \cdot (100 - 50) / (100 - 14,5) = 46,8 \text{ кг.}$$

2) Кількість борошна на заміс опари визначимо за формулою (9.5):

$$G_{\text{оп}}^{\text{зам}} = 46,8 - 7 = 39,8 \text{ кг}$$

і кількість борошна на заміс тіста:

$$G_t^{\text{зам}} = 125 - 46,8 = 78,2 \text{ кг.}$$

Приклад 3. Визначити вміст борошна у 100 кг тіста з пшеничного борошна II сорту вологістю 46 %. До рецептури тіста входять: 1 кг солі вологістю 3,5 %; 0,3 кг дріжджів вологістю 75 %. Вологість борошна – 14,5 %.

Розв'язок

Скористаємося формулою (9.6):

$$G_T^6 = \frac{100(100 - 46) - 1,0(100 - 3,5) - 0,3(100 - 75)}{100 - 14,5} = 61,9 \text{ кг}.$$

10.1. Контрольні задачі

10.1. Знайти вміст борошна у 70 кг заварки вологістю 75 %. Вологість борошна 14,5 %.

10.2. Розрахувати загальні витрати борошна для тіста, якщо годинна продуктивність печі для хліба столового масою 1 кг – 450 т/год, плановий вихід – 150 %.

10.3. Визначити масу рідких дріжджів вологістю 90 %, якщо на їх приготування витрачено 110 кг борошна.

10.4. Знайти загальні витрати борошна і ритм переробки тіста, якщо годинна продуктивність печі хліба домашнього з борошна пшеничного I сорту масою 0,4 кг становить 300 кг. Вихід хліба – 136 %. Тісто готують у машині Т1-ХТ2А-330.

10.5. Визначити вміст борошна у 25 кг рідких дріжджів вологістю 78 %. Вологість борошна – 13,5 %.

10.6. Визначити вміст борошна у 40 кг опари вологістю 65 %. Вологість борошна – 14 %.

10.7. Визначити витрати борошна на заміс тіста, якщо загальні витрати його на приготування тіста становлять 12 кг/хв, рідких дріжджів – 3,8 кг/хв. Вологість борошна – 14,5 %, рідких дріжджів – 90 %.

10.8. Знайти необхідну кількість борошна на заміс тіста, якщо загальні витрати борошна – 100 кг. У тісто додають 30 кг густої закваски. Вологість борошна – 14 %, закваски – 50 %.

10.9. Визначити загальні годинні витрати борошна на виготовлення хліба українського нового і необхідну кількість борошна на заміс тіста, якщо годинна продуктивність печі становить 576 кг. Вихід хліба – 144 %. Тісто готують в агрегаті безупинної дії. Витрати опари на заміс тіста – 4 кг/хв. Вологість опари – 50 %, борошна – 12,5 %.

10.10. Загальна кількість борошна в тісті 120 кг. На заміс узято 30 кг заварки і 40 кг густої закваски. Вологість борошна – 14,5 %, за-

варки – 70 %, закваски – 50 %. Визначити кількість борошна, необхідну на заміс тіста.

10.11. Визначити кількість борошна, необхідну на заміс опари, якщо на її приготування беруть 25 кг рідких дріжджів. Загальні витрати борошна – 50 кг. Вологість борошна – 12,5 %, рідких дріжджів – 80 %.

10.12. Визначити кількість борошна у 80 кг тіста для хліба кишинівського масою 0,8 кг, до рецептури якого входить 0,5 кг пресованих дріжджів і 1 кг солі. Вологість солі – 3,5 %, пресованих дріжджів – 75 %, тіста – 46 %.

10.13. Визначити кількість борошна у 150 кг тіста для батона нарізного з борошна пшеничного I сорту масою 0,4 кг, до рецептури якого входить 1 кг пресованих дріжджів, 1,5 кг солі, 5 кг цукру, 3,5 кг маргарину. Вологість тіста – 43,5 %, солі – 3,5 %, пресованих дріжджів – 75 %, цукру – 0,14 %, маргарину – 16 %.

10.14. Визначити вміст борошна у 60 кг тіста і його кількість, необхідну на заміс тіста для хліба пшеничного з борошна I сорту, в якому, крім борошна і води, міститься 0,7 кг солі і 10 кг рідких дріжджів. Вологість тіста – 46 %, солі – 3,5 %, рідких дріжджів – 80 %.

10.15. Визначити кількість борошна, необхідну на заміс тіста, якщо загальні витрати його становлять 100 кг. На заміс тіста витрачається 96 кг рідкої солоної опари, яка містить 1,8 кг солі. Вологість солі – 3,5 %, рідкої солоної опари – 75 %, борошна – 12 %.

10.16. Визначити вміст борошна у 20 кг густої закваски вологістю 49 %. Вологість борошна – 15 %.

10.17. Розрахувати кількість борошна для приготування 100 кг заварки вологістю 75 %. Вологість борошна – 14,5 %.

10.18. Скільки витрачено борошна на заміс 120 кг опари, якщо на її приготування було взято 30 кг рідких дріжджів? Вологість борошна – 15 %, рідкої опари – 48 %, рідких дріжджів – 80 %.

10.19. Скільки необхідно борошна на заміс 80 кг опари, якщо на її приготування береться 22 кг рідких дріжджів вологістю 78 % і 5 кг заварки вологістю 75 %? Вологість борошна – 13 %, опари – 48 %.

10.20. Скільки необхідно борошна на заміс 140 кг опари, якщо для її приготування було взято 25 кг рідких дріжджів вологістю 80 %? Вологість борошна – 14,5 %, опари – 50 %.

10.21. Скільки борошна міститься в 160 кг закваски і яка її вологість, якщо сухих речовин у ній міститься 48 кг?

10.22. Скільки борошна витрачено на приготування 70 кг опари і яка її вологість, якщо сухих речовин у ній 35 кг? На заміс було узято 20 кг рідких дріжджів, що містять 4 кг сухих речовин.

10.23. Визначити вміст борошна у 150 кг тіста, на приготування якого, крім борошна, витрачено 30 кг дріжджів вологістю 80 % і 5 кг сольового розчину вологістю 74 %. Вологість тіста – 48 %.

10.24. Визначити вміст борошна у 145 кг тіста вологістю 45 %, якщо на його приготування пішло 80 кг опари вологістю 50 % і 6 кг сольового розчину вологістю 74 %.

10.25. Скільки борошна треба взяти на заміс 96 кг тіста вологістю 45 %, на приготування якого витрачено 50 кг опари вологістю 50 % і 4 кг сольового розчину вологістю 75 %?

10.26. Визначити вміст борошна у 210 кг тіста вологістю 50 %, якщо на його приготування, крім борошна, витрачено 120 кг густої закваски вологістю 50 % і 10 кг сольового розчину вологістю 75 %. Вологість борошна – 14,5 %.

10.27. Визначити вміст борошна у 170 кг тіста вологістю 44 %, на приготування якого витрачено 80 кг опари вологістю 42 %, 4,5 кг розчину солі вологістю 75 %, 3,5 кг маргарину, 6 кг цукрового розчину вологістю 50 %. Вологість борошна – 14 %, маргарину – 16 %.

10.28. Визначити вміст борошна у 120 кг тіста вологістю 43 %, якщо на його приготування пішло 3,8 кг сольового розчину вологістю 75 %, 20 кг молока натурального вологістю 88 %, 4 кг яєць вологістю 73 %, 5 кг маргарину вологістю 16 %.

10.29. Визначити вміст борошна у 80 кг тіста, якщо на його приготування було витрачено 40 кг опари, 2 кг цукру, 3 кг маргарину, 2,5 кг сольового розчину. Вологість тіста – 45 %, опари – 50 %, цукру – 0,14 %, маргарину – 16 %, сольового розчину – 75 %, борошна – 12,8 %.

10.30. Розрахувати витрати рідкої опари вологістю 75 % на заміс тіста з 75 кг борошна і кількість води, необхідної на її приготування, якщо витрати опари на 100 кг борошна становлять 102 %. Вологість борошна – 15 %.

ГЛАВА 11. РОЗРАХУНОК ДОПОМІЖНОЇ СИРОВИНИ НА ЗАМІС ТІСТА

Для визначення кількості кожного виду сировини, що йде на заміс тіста, необхідно знати загальну кількість борошна в тісті, включаючи борошно у напівфабрикатах, і дозування сировини за уніфікованою рецептурою.

Кількість кожного виду сировини на заміс тіста розраховують за формулою:

$$G_c = G_{\text{заг}}^6 \cdot m / 100, \quad (11.1)$$

де G_c – маса сировини, кг; $G_{\text{заг}}^6$ – загальна кількість борошна в тісті, кг; m – дозування сировини до маси борошна, кг.

Сіль і цукор зазвичай використовують у вигляді розчинів для рівномірного розподілу за всією масою тіста.

Кількість розчину солі або цукру розраховують за формулою

$$G_{\text{роз}} = \frac{G_{\text{заг}}^6 \cdot m}{c}, \quad (11.2)$$

де $G_{\text{роз}}$ – кількість розчину, кг; c – концентрація солі (цукру) у розчині, кг на 100 кг розчину, визначається за таблицями додатка 3 залежно від густини розчинів.

Якщо замість c до формули (11.2) поставити вміст солі (цукру) у кілограмах на 100 л розчину, то $G_{\text{роз}}$ буде виражене в літрах. Кількість розчину солі (цукру) можна визначити, якщо відома кількість сухої солі (цукру):

$$G_{\text{розч}} = \frac{G_c \cdot 100}{c}. \quad (11.3)$$

Кількість води, що внесена до тіста з розчином солі або цукру, розраховують за формулою:

$$G_v = V \cdot \rho - G_c, \quad (11.4)$$

де V – об'єм сольового розчину, л; ρ – густина сольового розчину, кг/л; G_c – маса сухої солі (цукру), кг.

Пресовані дріжджі використовують у вигляді дріжджової суспензії, кількість якої розраховують за формулою

$$G_{\text{др. сус}} = \frac{G_{\text{заг}}^{\circ} \cdot c \cdot (1 + x)}{100}, \quad (11.5)$$

де $G_{\text{заг}}^{\circ}$ – загальні витрати борошна в тісто, кг; c – дозування пресованих дріжджів, % до витрат борошна; x – кількість часток води на одну частку дріжджів.

Вологість дріжджової суспензії визначається за формулою

$$W_{\text{др. сус}} = \frac{(G_{\text{др}} \cdot W_{\text{др}} + G_{\text{води}} \cdot W_{\text{води}})}{G_{\text{др. сус}}}, \quad (11.6)$$

де $G_{\text{др}}$ – маса пресованих дріжджів, кг; $W_{\text{др}}$ – вологість пресованих дріжджів, %; $G_{\text{води}}$ – маса води в дріжджовій суспензії, г; $W_{\text{води}}$ – вологість води, %; $G_{\text{др. сус}}$ – маса дріжджової суспензії, кг.

Приклад 1. Визначити витрати сировини на заміс тіста, якщо загальні витрати борошна 80 кг. Витрати сировини на 100 кг борошна: солі 1,0 кг, маргарину 3,5 кг.

Розв'язок

1) Кількість маргарину на заміс тіста

$$G_{\text{м}} = 80 \cdot 3,5 / 100 = 2,8 \text{ кг.}$$

2) Кількість сухої солі на заміс тіста

$$G_{\text{с}} = 80 \cdot 1 / 100 = 0,8 \text{ кг.}$$

Приклад 2. Визначити кількість розчинів солі і цукру, необхідних на заміс тіста з 50 кг борошна, якщо на 100 кг борошна витрачають 1,5 кг солі і 5 кг цукру. Концентрація солі – 25 % мас., цукру – 50 % мас.

Розв'язок

I варіант

1) Кількість сухої солі і сухого цукру:

$$G_{\text{с}} = 50 \cdot 1,5 / 100 = 0,75 \text{ кг; } G_{\text{цук}} = 50 \cdot 5 / 100 = 2,5 \text{ кг.}$$

2) Кількість розчинів солі і цукру на заміс тіста:

$$G_{\text{роз.с}} = 0,75 \cdot 100 / 25 = 3 \text{ кг};$$

$$G_{\text{роз.ц}} = 2,5 \cdot 100 / 50 = 5 \text{ кг}.$$

II варіант.

Кількість розчинів солі і цукру можна визначити відразу:

$$G_{\text{роз.с}} = 50 \cdot 1,5 / 25 = 3 \text{ кг};$$

$$G_{\text{роз.ц}} = 50 \cdot 5 / 50 = 5 \text{ кг}.$$

Приклад 3. Дозування пресованих дріжджів на 100 кг борошна становить 1 кг. Тісто готують з 150 кг борошна, причому співвідношення води до дріжджів $x = 3$. Визначити кількість дріжджової суспензії.

Розв'язок

Кількість дріжджової суспензії

$$G_{\text{др.сус}} = (150 \cdot 1 \cdot (1+3)) / 100 = 6 \text{ кг}.$$

11.1. Контрольні задачі

11.1. Розрахувати кількість сольового і цукрового розчинів на заміс тіста з 400 кг борошна. За рецептурою на 100 кг борошна: солі – 1,6 кг, цукру – 2,5 кг. Густина сольового розчину – 1,16 кг/л, цукрового – 1,23 кг/л.

11.2. Розрахувати кількість маргарину та ізюму, якщо дозування їх на 100 кг борошна становить: маргарину – 3,5 кг, ізюму – 10 кг. Тісто готують з 70 кг борошна.

11.3. Розрахувати витрати рідких дріжджів на заміс тіста і вміст у них борошна, якщо витрати борошна вологістю 13 % становлять 55 кг; дріжджі вологістю 78 % становлять 25 % від маси борошна.

11.4. Розрахувати кількість дріжджової суспензії на заміс тіста з 80 кг борошна, якщо на 100 кг борошна витрачається 0,7 кг дріжджів. Співвідношення дріжджів і води в суспензії 1:3.

11.5. Розрахувати необхідні витрати сировини на заміс тіста з 60 кг борошна для батона нарізного з борошна пшеничного I сорту масою 0,4 кг, якщо дозування солі становить 1,5 %, цукру – 5 %, дріжджів – 1,0 %, маргарину – 3,5 %. Густина сольового розчину –

1,2 кг/л, цукрового – 1,23 кг/л. Співвідношення дріжджів і води в суспензії 1:3.

11.6. Дозування яєць на 100 кг борошна – 25 шт. або 1 кг. Тісто готується з 90 кг борошна. Знайти витрати яєць у штуках і кілограмах.

11.7. Потрібно приготувати тісто з 115 кг борошна для здоби звичайної з борошна пшеничного I сорту масою 0,1 кг. Дозування солі – 1,5, цукру – 10, дріжджів пресованих – 1,5, масла вершкового – 4 %. Розрахувати витрати сировини на заміс тіста.

11.8. Знайти загальні витрати борошна і сировини на приготування тіста, якщо годинна продуктивність печі – 800 кг, вихід – 152 %, дозування солі – 1,5 %, пресованих дріжджів – 0,7 %.

11.9. Знайти максимальні витрати борошна пшеничного I сорту для діжі «Стандарт» і витрати сировини на приготування порції тіста при дозуванні солі – 1,0 %, цукру – 25 %, дріжджів пресованих – 1,5 %, масла вершкового – 10 %, патоки – 2 %, яєць – 25 шт (1 кг).

11.10. Визначити кількість сольового і цукрового розчинів, що витрачені на заміс тіста, якщо витрати сухої солі – 1,5 кг, цукру – 3,0 кг. При цьому концентрація сольового розчину – 25 %, цукрового – 70 %.

11.11. Розрахувати хвилинні витрати борошна і сировини на приготування тіста для хліба домашнього з пшеничного борошна I сорту масою 0,4 кг, якщо годинні витрати борошна на заміс тіста – 200 кг, дріжджів – 1 %, солі – 1,5 %, цукру – 3 %, молока натурального – 25 %.

11.12. Розрахувати кількість сировини для приготування порції тіста з 120 кг борошна при дозуванні солі – 1,5 %, патоки – 5 %, тмину – 5 %.

11.13. Розрахувати кількість рідкої опари вологістю 65 % і вміст борошна в ній, якщо хвилинні витрати борошна – 4 кг, опари – 75 %. Вологість борошна становить 14 %.

11.14. Визначити витрати дріжджової суспензії для приготування тіста опарним способом з 80 кг борошна. Витрати пресованих дріжджів становить 2 %.

11.15. Визначити масу опари, яку приготували з 63 кг борошна вологістю 15 %, якщо вологість опари – 50 %.

ГЛАВА 12.

РОЗРАХУНКИ ВЗАЄМОЗАМІННОЇ СИРОВИНИ

При виробництві хлібобулочних виробів допускаються заміни допоміжної сировини, передбаченої рецептурою, іншими видами сировини практично рівнозначної харчової цінності, без погіршення якості і зниження виходу продукції.

Молочні продукти замінюють у розрахунку на сухий знежирений молочний залишок. Жир, якого не вистачає, розраховують по сухій речовині, додають як жир, передбачений рецептурою на вироби.

Яйця, яєчні продукти, жири і цукристі речовини замінюють у розрахунку на суху речовину.

Яєчний меланж замінюють тими ж яйцепродуктами за тими ж нормами, що й яйця курячі.

Солод житній світлий або червоний на 50 % замінюють ферментними препаратами (зокрема амілоризином).

Дріжджі пресовані замінюють дріжджовим концентратом (дріжджовим молоком).

Заміну одного виду сировини іншим у перерахунку на суху речовину проводять за формулою:

$$G_2 = G_1 \cdot a_1 / a_2 ,$$

де G_1 і G_2 – кількість продукту, який замінюють, і продукту-замінювача відповідно, кг; a_1 і a_2 – вміст сухої речовини в продукті, який замінюють, і у продукті-замінювачі відповідно, %.

НОРМИ СИРОВИНИ-ЗАМІНЮВАЧА

1. 1 кг (0,97 л) молока суцільного відповідає:
1,1 кг (1,07 л) молока пастеризованого жирністю 2,5 %;
0,3 кг молока суцільного коров'ячого сухого;
0,4 кг молока суцільного згущеного з цукром (виключити з рецептури 0,17 кг цукру);
0,32 кг молока нежирного згущеного з цукром (виключити з рецептури 0,14 кг цукру і додати 0,04 кг жиру);
0,3 кг молока згущеного знежиреного (дати до рецептури 0,04 кг жиру);
1,0 кг (0,97 л) молока пастеризованого нежирного (дати до рецептури 0,04 кг жиру).

2. 1 кг (25 шт) яєць суцільних відповідає:
 - 1,0 кг яєчного меланжу;
 - 0,278 яєчного порошку;
 - 0,2 кг жовтків яйця сухого (додати до рецептури 0,1 кг молока коров'ячого суцільного сухого);
 - 0,2 кг жовтків яйця сухого (додати до рецептури 0,1 кг молока коров'ячого сухого знежиреного);
 - | | | |
|-----------------|---|-----------------------------------|
| 0,3 кг цукру | } | на приготування заварки і сиропу; |
| 0,2 кг крохмалю | | для замазки |
3. 1 кг масла вершкового несолоного відповідає:
 - 1 кг масла вершкового солоного (виключити з рецептури 0,015 кг солі на 1 кг солоного масла);
 - 1,07 кг масла любительського солоного і несолоного;
 - 1,16 кг масла селянського солоного і несолоного;
 - 0,85 кг масла коров'ячого топленого;
 - 1 кг маргарину столового молочного (у виробках, що містять не більше 5 % жиру, за винятком дієтичних виробів і крему);
 - 0,85 кг олії (для бубличних виробів, що містять тільки масло коров'яче).
4. 1 кг маргарину столового молочного відповідає:
 - 1 кг рідкого або твердого маргарину, який застосовують у хлібопеченні);
 - 0,83 кг збездвоженого рідкого жиру або кулінарних жирів (фритюрного, білоруського, українського, східного, сала рослинного);
 - 0,85 кг олії (у виробках, що містять до 0,5 кг маргарину; якщо вміст маргарину перевищує 5 %, поширюється на половину норми за рецептурою).
5. 1 кг цукрового піску відповідає:
 - кількості рідкого цукру, цукру-сирцю, жовтого цукру і цукрового сиропу в перерахунку на суху речовину;
 - 30 кг сироватки молочної (допускається заміна цукру у виробках, що містять більше як 3 % цукру, в кількості 0,5 %);
 - 3,3 кг сироватки молочної згущеної, що містить 40 % сухих речовин (допускається заміна цукру у виробках, які містять більше як 3 % цукру, в кількості 1 %);
 - 2,2 кг сироватки молочної згущеної, 60 % сухих речовин (допускається заміна цукру у виробках, які містять більше як 3 % цукру, в кількості 1 %).

6. 1 кг сироватки молочної відповідає:
0,125 кг або 0,084 кг згущеної сироватки з вмістом відповідно 40 і 60 % сухих речовин;
0,053 кг сухої сироватки.
7. 1 кг солоду житнього світлого і червоного відповідає:
0,003 кг амілоризину і 1 кг житнього борошна.
8. 1 кг пресованих дріжджів відповідає:
2 – 2,5 кг дріжджового молока (1 кг дріжджового молока містить 0,4 – 0,5 кг пресованих дріжджів).

Приклад 1. Скільки потрібно взяти яєчного порошку, що містить 94 % сухих речовин, для заміни 2 кг яєць, що містять 27 % сухих речовин?

Розв'язок

$$G_{\text{пор}} = 2 \cdot 27 / 94 = 0,57 \text{ кг.}$$

Приклад 2. Визначити, яку кількість згущеного молока з цукром потрібно взяти для заміни 20 кг натурального молока в булочках дитячих молочних. Зробити перерахунок кількості цукру, якщо за рецептурою витрати його становлять 12 кг.

Розв'язок

1) Кількість згущеного молока, що необхідна для заміни натурального, становитиме:

$$G_{\text{зг.м}} = 20 \cdot 0,4 / 1 = 8 \text{ кг.}$$

2) Кількість цукру в 8 кг згущеного молока, на яку необхідно зменшити вміст цукру за рецептурою:

$$G_{\text{ц}} = 8 \cdot 0,17 / 0,4 = 3,4 \text{ кг.}$$

3) Кількість цукру, що необхідно внести в тісто:

$$G_{\text{ц}} = 12 - 3,4 = 8,6 \text{ кг.}$$

12.1. Контрольні задачі

12.1. Визначити кількість гідрожиру з вмістом сухих речовин (СР) 99,7 % для заміни 5 кг маргарину з вмістом СР 84 %.

12.2. Скільки буде потрібно сухої сироватки вологістю 5 % для заміни 20 кг натуральної сироватки вологістю 95 %?

12.3. Визначити кількість згущеного молока з цукром для заміни молока натурального, якщо загальні витрати борошна в тісто – 80 кг. Витрати молока натурального на 100 кг борошна становлять 15 кг, цукру – 26 кг. Зробіть розрахунок цукру на заміс тіста.

12.4. Скільки буде потрібно амілоризину і житнього борошна для заміни 50 % червоного солоду в хлібі московському, якщо за рецептурою витрати його становлять 7 кг?

12.5. Визначити кількість дріжджового молока для заміни пресованих дріжджів, якщо витрати борошна становлять 8 кг/хв. На 100 кг борошна витрачають 1,5 кг пресованих дріжджів.

12.6. Яку кількість маргарину столового вологістю 16 % замінили 2,95 кг олії вологістю 0,2 %?

12.7. Скільки цукру потрібно додати до тіста для булочок дарницьких, якщо замість 10 кг натурального молока взяти 4 кг згущеного молока з цукром? Витрати цукру за рецептурою – 25 кг.

12.8. Яка кількість цукру вологістю 0,14 % буде потрібна для заміни 50 % меду (вміст СР – 78 %) за рецептурою булочок медових? Витрати борошна – 115 кг. Дозування меду на 100 кг борошна – 15 кг.

12.9. Скільки буде потрібно олії на 115 кг борошна в тісто для заміни маргарину столового в батонах нарізних з борошна пшеничного I сорту? Витрати маргарину на 100 кг борошна – 3,5 кг.

12.10. Скільки згущеної сироватки вологістю 40 % буде потрібно для заміни 15 кг натуральної сироватки?

12.11. Визначити кількість рафінадної патоки (вміст СР – 73 %) для заміни крохмальної або мальтозної патоки в хлібі “бородінському”. Дозування патоки на 100 кг борошна – 2 кг.

ГЛАВА 13.

РОЗРАХУНКИ ТЕМПЕРАТУРИ І ВИТРАТ ВОДИ НА ЗАМІС ТІСТА

Для визначення кількості води на заміс тіста або іншого напівфабрикату треба знати кількість сировини, взятої на заміс, її вологість і початкову вологість тіста.

Спочатку визначають масу тіста, а потім від неї віднімають масу всіх компонентів, крім води.

Масу тіста G_T (кг) знаходять за виразом:

$$G_T = G_K + G_B, \quad (13.1)$$

де G_K , G_B – маса всіх компонентів, маса (об'єм) води відповідно, кг(л).

Тоді маса води:

$$G_B = G_T - G_K. \quad (13.2)$$

Масу або вихід тіста розраховують за формулою:

$$G_T = \frac{G_{\text{ср}} \cdot 100}{100 - W_T}, \quad (13.3)$$

де $G_{\text{ср}}$ – маса сухих речовин у сировині, кг; W_T – вологість тіста, %.

Вологість тіста визначають:

$$W_T = W_X + n, \quad (13.4)$$

де W_X – вологість м'якушки хліба, що охолонув, за стандартом, %; n – різниця між початковою вологістю тіста і м'якушки хліба, що охолонув, обумовлена лабораторією, %.

Орієнтовно можна прийняти такі значення n : для обойного борошна – 1–1,5 %, для пшеничного сортового борошна – 0,1–1,0 %

Для дрібнотоварних виробів вологість тіста і м'якушки можна прийняти однаковою.

Масу компонентів визначають підсумовуванням кількості всіх інгредієнтів тіста: борошна, напівфабрикатів, сировини в натурі або розчині та ін.

Температура води для приготування безопарного тіста або опари на пресованих дріжджах визначається за формулою:

$$t_b = t_T + \frac{G_6 \cdot C_6 (t_T - t_6)}{G_B \cdot C_B} + K, \quad (13.5)$$

де t_b – шукана температура води, °С; t_T – початкова температура тіста, встановлена лабораторією, °С; G_6 – витрата борошна, кг; C_6 – питома теплоємність борошна, що залежить від вологості борошна, і може бути прийнята рівною 2,1 кДж/(кг·К); t_6 – температура борошна, °С; G_B – кількість води для замісу тіста (опари, закваски), кг(л); C_B – питома теплоємність води, дорівнює 4,19 кДж/(кг·К); K – поправка на невраховані втрати тепла, °С (влітку $K = 1$ °С, взимку $K = 3$ °С, навесні і восени $K = 2$ °С).

Температура води для приготування тіста на опарі, заквасці або безопарного тіста на рідких дріжджах:

$$t_b = t_T + \frac{G_6 \cdot C_6 (t_T - t_M)}{G_B \cdot C_B} + \frac{G_{оп} \cdot C_{оп} (t_T - t_{оп})}{G_B \cdot C_B} + K, \quad (13.6)$$

де $G_{оп}$ – кількість опари, закваски або рідких дріжджів, кг; $C_{оп}$ – питома теплоємність опари, закваски або рідких дріжджів, кДж/(кг·К); $t_{оп}$ – температура опари, закваски або рідких дріжджів, °С.

Питому теплоємність опари, закваски або рідких дріжджів визначають з урахуванням їх вологості:

$$C_{оп} = \frac{W_{оп} + (100 - W_{оп}) \cdot C_6}{100}, \quad (13.7)$$

де $W_{оп}$ – вологість опари, закваски або рідких дріжджів, %.

На виробництві найчастіше температуру води встановлюють шляхом пробних випічок.

Приклад 1. Визначити кількість води для замісу тіста вологістю 43,5 % з 100 кг борошна пшеничного I сорту, 4 кг дріжджової суспензії вологістю 94 %, 6,5 кг розчину солі концентрацією 23 %, 8,4 кг цукрового розчину концентрацією 59 %, 3,5 кг маргарину вологістю 16 %. Вологість борошна – 14,5 %.

Розв'язок

Для зручності розрахунку складають табл. 13.1, у яку заносять витрати сировини на заміс тіста.

Таблиця 13.1. Витрати сировини на заміс тіста

Сировина	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Вміст СР		Маса воло- ги, кг
			%	кг	
Борошно пшеничне I сорту	100	14,5	85,5	85,5	14,5
Дріжджова суспензія	4	94	6	0,24	3,76
Розчин солі	6,5	77	23	1,5	5
Розчин цукру	8,4	59	41	3,44	4,94
Маргарин	3,5	16	84	2,94	0,56
Підсумок	122,4	—	—	93,62	28,78
Вода	43,3	—	—	—	43,3
Разом (тіста)	165,7	43,5	56,5	93,62	72,08

Масу тіста визначають за формулою (13.3):

$$G_{\text{т}} = \frac{93,62 \cdot 100}{100 - 43,5} = 165,7 \text{ кг}.$$

Кількість води для замісу тіста:

$$G_{\text{в}} = 165,7 - 122,4 = 43,3 \text{ кг}.$$

Приклад 2. Необхідно приготувати тісто вологістю 46 % для хліба пшеничного з борошна II сорту. Загальні витрати борошна вологістю 14,5 % становлять 130 кг. Дозування солі за рецептурою на 100 кг борошна – 1,5 кг, рідких дріжджів вологістю 80 % – 40 кг. Розрахувати кількість і температуру води на заміс тіста. Концентрація розчину солі становить 25 %.

Розв'язок

1) Витрати розчину солі:

$$G_{\text{pc}} = 130 \cdot 1,5 / 25 = 7,8 \text{ кг}.$$

2) Витрата рідких дріжджів:

$$G_{\text{р.др}} = 130 \cdot 40 / 100 = 52 \text{ кг}.$$

3) Кількість борошна в рідких дріжджах:

$$G_{\text{р.др}}^{\text{б}} = \frac{52 \cdot (100 - 80)}{100 - 14,5} = 12,2 \text{ кг}.$$

4) Кількість борошна на заміс тіста:

$$G_{\text{зам}}^{\text{б}} = 130 - 12,2 = 117,8 \text{ кг}.$$

Для зручності подальшого розрахунку складають табл.13.2, в яку заносять витрати сировини на приготування порції тіста.

Таблиця 13.2. Витрати сировини на приготування порції тіста

Сировина	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Вміст СР у сировині, %	Маса, кг		
				СР	вологи	борошна
Борошно пшеничне II сорту	117,8	14,5	85,5	100,7	17,1	117,8
Рідкі дріжджі	52	80	20	10,4	41,6	12,2
Розчин солі	7,8	75	25	1,95	5,85	—
Підсумок	177,6	—	—	113,05	64,55	—
Вода	31,75	—	—	—	31,75	—
Разом(тіста)	209,35	46	54	113,05	96,3	130

Маса тіста:

$$G_{\text{т}} = \frac{113,05 \cdot 100}{100 - 46} = 209,35 \text{ кг}.$$

Маса води:

$$G_{\text{в}} = 209,35 - 177,6 = 31,75 \text{ кг}.$$

Перевірка вологості тіста

$$W_{\text{т}} = \frac{96,3 \cdot 100}{209,35} = 46 \text{ \%}.$$

Питома теплоємність рідких дріжджів:

$$G_{\text{р.др}} = \frac{80 + (100 - 80) \cdot 2,1}{100} = 1,22 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}.$$

Температуру тіста приймаємо за 30 °С, борошна – 20 °С, рідких дріжджів – 29 °С, $K = 1$, тоді:

$$t_{\text{в}} = 30 + \frac{117,8 \cdot 2,1(30 - 20)}{31,5 \cdot 4,19} + \frac{52 \cdot 1,22(30 - 29)}{31,75 \cdot 4,19} + 1 = 50 \text{ }^{\circ}\text{С}.$$

13.1. Контрольні задачі

13.1. Визначити кількість води, необхідну для замісу тіста, якщо загальна витрата борошна становить 60 кг, розчину солі – 5 кг, дріжджової суспензії – 3 кг, цукрового розчину – 2 кг. Вологість тіста – 45 %, борошна – 14 %, дріжджової суспензії – 94 %. Густина розчину солі – 1,16 кг/л, цукрового розчину – 1,23 кг/л.

13.2. Визначити кількість води на заміс тіста з 70 кг борошна. Витрати сировини на 100 кг борошна: солі – 1,3 кг, закваски – 80 кг. Вологість закваски – 70 %, тіста – 48 %, борошна – 15 %. Концентрація розчину солі – 25 %.

13.3. Визначити кількість води, необхідної на заміс тіста для хліба з борошна пшеничного I сорту, якщо загальні витрати борошна – 100 кг, пресованих дріжджів – 1 кг, солі – 1,3 кг, цукру – 1 кг, вологість м'якушки хліба – 45,5 %, пресованих дріжджів – 75 %, борошна – 12 %. Концентрація розчину солі – 25 %, цукру – 50 %.

13.4. Визначити кількість води, необхідну для приготування 73 кг заварки з борошна і води у співвідношенні 1:25. Вологість борошна – 14,5 %, заварки – 75 %. Визначити також температуру води для заварки, якщо початкова температура заварки – 68 °С, борошна – 18 °С.

13.5. Визначити кількість води для приготування 110 кг опари, її вологість, якщо для замісу використано 70 кг борошна і 4 кг дріжджової суспензії. Вологість борошна – 13 %, дріжджової суспензії – 94 %.

13.6. Визначити витрату води на заміс тіста, якщо загальна витрата борошна становить 115 кг. Витрати сировини на 100 кг борошна: пресованих дріжджів – 1 кг, солі – 1,5 кг, цукру – 6 кг, маргарину – 2,5 кг. Дріжджі використовуються у вигляді суспензії. Вологість тіста

– 41,5 %, дріжджової суспензії – 94 %, борошна – 13 %, маргарину – 16 %.

13.7. Визначити кількість води, необхідну для приготування тіста зі 170 кг борошна, якщо для замісу тіста на 100 кг борошна береться 4 кг дріжджової суспензії і 6,5 кг розчину солі, концентрація якого 25 %. Вологість тіста – 44 %, борошна – 12,8 %, дріжджової суспензії – 94 %.

13.8. Визначити витрату води на заміс тіста, якщо загальна витрата житнього обойного борошна 50 кг, закваски – 35 кг. Витрата солі на 100 кг борошна – 1,5 кг. Вологість тіста – 50 %, закваски – 50 %, борошна – 15 %. Вологість тіста – 50 %, закваски – 50 %, борошна – 15 %. Концентрація розчину солі – 25 %.

13.9. Визначити необхідну кількість води для приготування 120 кг житньої закваски вологістю 68 %. Вологість борошна – 15 %.

13.10. Визначити витрату води на заміс тіста, якщо загальна витрата борошна – 80 кг. Витрати сировини на 100 кг борошна: солі – 1,8 кг, рідких дріжджів – 25 кг. Вологість тіста – 46 %, борошна – 14,5 %, рідких дріжджів – 80 %. Концентрація розчину солі – 23 %.

13.11. Визначити кількість води на заміс тіста з 55 кг борошна і 80 кг опари. Витрати сировини на 100 кг борошна: солі – 1,5 кг, цукру – 5 кг, маргарину – 1,5 кг, яєць – 0,6 кг. Вологість борошна – 12,5 %, тіста – 41,5 %, опари – 48 %, маргарину – 16 %. Концентрація розчинів солі – 25 %, цукру – 50 %.

13.12. Яка кількість води необхідна на заміс тіста, якщо загальна витрата води становить 80 л (частина з неї йде на одержання з 1 кг солі розчину концентрацією 26 %)?

13.13. Знайти загальну кількість води для приготування тіста з борошна пшеничного I сорту, на заміс якого витрачається 40 л води, 4,4 л розчину солі і 4 кг дріжджової суспензії, приготовленої у співвідношенні 1:3, концентрація розчину солі – 23 %.

13.14. Визначити кількість води у 30 кг рідких дріжджів вологістю 80 %. Вологість борошна – 12 %.

13.15. Знайти загальну витрату води для приготування тіста, якщо витрата води на 100 кг борошна становить 60 л, витрата борошна – 30 кг, опари – 40 кг. Вологість опари – 50 %, борошна – 13 %.

13.16. Визначити масу опари, приготовленої з 40 кг борошна і 1 кг пресованих дріжджів у виді суспензії. Вологість опари – 48 %, борошна – 13,8 %.

13.17. Визначити масу опари, до складу якої входить 70 кг борошна і 25 кг рідких дріжджів. Вологість рідких дріжджів – 78 %, опари – 50 %, борошна – 14,1 %.

13.18. Визначити масу тіста і витрати сировини, якщо на заміс тіста витрачено 90 кг борошна, 26 кг рідких дріжджів. Вологість рідких дріжджів – 78 %, тіста – 48 %, борошна – 14,5 %.

13.19. Визначити масу води та опари, приготовленої з 70 кг борошна і 40 кг рідких дріжджів. Вологість опари – 50 %, рідких дріжджів – 80 %.

13.20. Визначити масу води в опарі, приготовленої з 60 кг борошна і 2 кг пресованих дріжджів. Дріжджі використовуються у вигляді суспензії. Вологість опари – 46 %.

13.21. Визначити кількість води і борошна, необхідну для приготування 240 кг рідких дріжджів вологістю 80 %.

13.22. Загальна витрата борошна 300 кг, води – 240 л. Яка кількість борошна і води залишається на заміс тіста, якщо витрата солі 4,5 кг, закваски – 210 кг? Вологість закваски – 72 %, борошна – 15 %. Концентрація розчину солі 25 %.

13.23. Визначити температуру води на заміс 150 кг опари вологістю 48 %, якщо початкова температура опари 29 °С, борошна – 12 °С.

13.24. Розрахувати, яку температуру буде мати тісто, приготовлене з 50 кг борошна і 25 кг води, якщо температура борошна 20 °С, води – 40 °С.

13.25. Розрахувати витрату і вологість дріжджової суспензії, приготовленої у співвідношенні 1:3, якщо витрата пресованих дріжджів – 5 кг.

ГЛАВА 14.

РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЧИХ РЕЦЕПТУР

Виробничу рецептуру складають, виходячи з затверджених рецептур на 100 кг борошна для даного виду виробів. Рецептура містить у собі витрати всіх видів сировини і води на порцію тіста (діжу) з розподілом сировини за видами напівфабрикатів. При безперервних методах приготування тіста визначають витрати сировини за хвилину. Але в обох випадках розрахунок рецептури принципово однаковий і починається з визначення загальної витрати борошна на приготування тіста.

Потім розраховують кількість напівфабрикатів, розчинів, іншої додаткової сировини і, нарешті, води. Якщо тісто готують у дві фази, сировину розподіляють за фазами і для кожної з них складають рецептуру.

Всі необхідні для розрахунку виробничої рецептури формули наведені у гл. 10–13.

Пшеничне тісто готують опарним і безопарним способами.

14.1. Безопарний спосіб приготування тіста

За цим способом всю кількість борошна, води, дріжджів, солі та іншої додаткової сировини, необхідну за рецептурою, замішують в один прийом.

Витрата дріжджів залежно від сорту борошна, рецептури виробу, тривалості бродіння і якості дріжджів становить: пресованих – 1,5–2,5 %, рідких – 40–50 % або суміші пресованих – 1–1,4 % і рідких 10–15 %. Тривалість бродіння тіста – 3,5–4 год при температурі 28–30 °С. Через 50–60 хв тісто обминають (перемішують). Без цієї операції безопарним способом важко одержати хліб гарної якості і з рівномірною пористістю.

Приклад 1. Розрахувати виробничу рецептуру на заміс тіста з борошна пшеничного I сорту. Тісто готується безопарним способом на агрегатах безупинної дії. Загальна хвилинна витрата борошна – 10 кг, дозування солі – 1,3 %, пресованих дріжджів – 1 %, рідких – 10 % до маси борошна. Вологість м'якушки хліба становить 45 %, борошна –

13,5 %, пресованих дріжджів – 75 %, рідких дріжджів – 78 %. Густина розчину солі – 1,16 кг/л.

Розв'язок

1) Кількість розчину солі:

$$G_{\text{pc}} = 10 \cdot 1,3 / 21 = 0,6 \text{ кг/хв},$$

де 21 – концентрація розчину солі (%), узята в додатку А.

2) Кількість пресованих дріжджів:

$$G_{\text{др}} = 10 \cdot 1,0 / 100 = 0,1 \text{ кг/хв}.$$

3) Дріжджі застосовують у вигляді суспензії у співвідношенні дріжджів і води 1:3.

Кількість води для розведення дріжджів:

$$G_{\text{в}} = 0,1 \cdot 3 = 0,3 \text{ кг/хв}.$$

Тоді маса дріжджової суспензії:

$$G_{\text{др.сус}} = 0,1 + 0,3 = 0,4 \text{ кг/хв}.$$

Вологість дріжджової суспензії

$$W_{\text{др.сус}} = \frac{0,1 \cdot 75 + 0,3 \cdot 100}{0,4} = 93,75 \approx 94 \text{ \%}.$$

4) Кількість рідких дріжджів:

$$G_{\text{р.др}} = 10 \cdot 10 / 100 = 1 \text{ кг/хв}.$$

5) Оскільки частину борошна в тісто вносять з рідкими дріжджами, необхідно її визначити:

$$G_{\text{р.др}}^{\text{б}} = \frac{1,0(100 - 78)}{100 - 13,5} = 0,25 \text{ кг/хв},$$

тоді

$$G_{\text{зам}}^{\text{б}} = G_{\text{заг}}^{\text{б}} - G_{\text{р.др}}^{\text{б}} = 10 - 0,25 = 9,75 \text{ кг/хв}.$$

Для зручності подальших розрахунків хвилинних витрат сировини на заміс тіста складають табл.14.1.

Таблиця 14.1. Хвилинні витрати сировини на заміс тіста

Сировина	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Вміст СР, %	Маса, кг		
				СР	вологи	борошна
Борошно пшеничне I сорту	9,75	13,5	86,5	8,43	1,32	9,75
Розчин солі	0,6	79	21	0,12	0,48	—
Дріжджова суспензія	0,4	94	6	0,03	0,37	—
Рідкі дріжджі	1	78	22	0,22	0,78	0,25
Підсумок	11,75	—	—	8,8	2,95	10
Вода	4,54	—	—	—	4,54	—
Разом (тіста)	16,29	46	54	8,8	7,49	10

Вологість тіста:

$$W_T = 45 + 1 = 46 \text{ \%}.$$

Маса тіста:

$$G_T = \frac{8,8 \cdot 100}{100 - 46} = 16,29 \text{ кг/хв.}$$

Витрата води на заміс тіста:

$$G_B = 16,29 - 11,75 = 4,54 \text{ л/хв.}$$

Перевірка.

Вологість тіста:

$$W_T = \frac{7,49 \cdot 100}{16,29} = 46 \text{ \%}.$$

14.2. Опарний спосіб приготування тіста

Опарним способом тісто готують у дві фази: 1) опара, 2) тісто. При приготуванні опари вносять частину борошна, як правило, всю кількість дріжджів, що належить за рецептурою виробу, і воду в кількості, необхідній для одержання опари заданої вологості. Опари можуть бути густими (вологістю до 50 %) і рідкими (вологістю понад 60 %).

Тісто на густій опарі. Густу опару готують з 45–60 % борошна, більшої частини води і всієї кількості дріжджів, передбачених рецептурою. Вологість густої опари – 42–50 %. Витрата дріжджів на заміс опари залежить від їхньої підйомної сили, рецептури виробу і становить: пресованих – 0,5–1,5 %, рідких – 20–30 % до маси борошна. Бродить опара 3–4 год.

Останнім часом тісто для булочних виробів, а також хліба з борошна пшеничного сортового готують на великій густій опарі, для якої беруть значну кількість борошна (65–70 % від загальної маси його в тісті). У цьому випадку загальну засипку борошна в діжу варто знизити на 10 %, тому що опара при бродінні займає значно більший об'єм.

Приклад 2. Розрахувати виробничу рецептуру для приготування хліба з пшеничного борошна І сорту масою 0,4 кг. Тісто готується на густій опарі в агрегаті безперервної дії вологістю 47 %. Загальні витрати борошна становлять 10 кг/хв. Витрата сировини на 100 кг борошна: солі – 1,5 кг, дріжджів пресованих – 1 кг, цукру – 3 кг, молока натурального – 25 кг. Вологість м'якушки – 43 %, борошна – 15 %. Густина розчину солі – 1,2 кг/л, цукру – 1,23 кг/л. Дріжджі розводять у співвідношенні 1:3. Витрата борошна в опару – 50 % загальної маси борошна в тісті.

Розв'язок

Розрахунок рецептури на заміс опари.

1) Витрата борошна в опару:

$$G_{\text{оп}} = 10 \cdot 50 / 100 = 5 \text{ кг/хв.}$$

2) Кількість дріжджової суспензії:

$$G_{\text{др.сус}} = 10 \cdot 1 \cdot 4 / 100 = 0,4 \text{ кг/хв.}$$

3) Вологість дріжджової суспензії:

$$W_{\text{др.сус}} = \frac{0,1 \cdot 75 + 0,3 \cdot 100}{0,4} = 93,75 \approx 94 \text{ \%}.$$

4) Витрата молока:

$$G_{\text{мол}} = 10 \cdot 25 / 100 = 2,5 \text{ кг/хв.}$$

Для подальших розрахунків витрат сировини на заміс опари складемо табл. 14.2.

Таблиця 14.2. Витрати сировини на заміс опари

Сировина	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Вміст СР, %	Маса, кг	
				СР	вологи
Борошно пшеничне І сорту	5	15	85	4,25	0,75
Дріжджова суспензія	0,4	94	6	0,02	0,38
Молоко	2,5	88	12	0,30	2,2
Підсумок	7,9	—	—	4,57	3,33
Вода	0,72	—	—	—	0,72
Разом (опара)	8,62	47	53	4,57	4,05

Маса опари:

$$W_{\text{оп}} = \frac{4,57 \cdot 100}{100 - 47} = 8,62 \text{ кг/хв.}$$

Маса води на приготування опари:

$$G_{\text{в}} = 8,62 - 7,9 = 0,72 \text{ кг.}$$

Розрахунок рецептури на заміс тіста.

1) Витрата борошна на заміс тіста:

$$G_{\text{т}}^{\text{б}} = G_{\text{заг}}^{\text{б}} - G_{\text{оп}}^{\text{б}} = 10 - 5 = 5 \text{ кг/хв.}$$

2) Витрата розчину солі:

$$G_{\text{р.с}} = 10 \cdot 1,5 / 26 = 0,58 \text{ кг/хв,}$$

де 26 – вміст солі в розчині (додаток А)

3) Витрата розчину цукру:

$$G_{\text{р.ц}} = 10 \cdot 3 / 50 = 0,6 \text{ кг/хв,}$$

де 50 – вміст цукру в розчині (додаток).

Результати подальших розрахунків витрат сировини на заміс тіста заносять у табл. 14.3.

Таблиця 14.3. Витрати сировини на заміс тіста

Сировина	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Вміст СР, %	Маса, кг		
				СР	волога	борошно
Борошно пшеничне I сорту	5	15	85	4,25	0,75	5
Розчин солі	0,58	74	26	0,15	0,43	—
Розчин цукру	0,6	50	50	0,30	0,30	—
Опара	8,62	47	53	4,57	4,05	5
Підсумок	14,80	—	—	9,27	5,53	10
Вода	1,61	—	—	—	1,61	—
Разом(тісто)	16,41	43,5	56,5	9,27	7,14	10

Вологість тіста:

$$W_T = 43 + 0,5 = 43,5 \text{ \%}.$$

Маса тіста:

$$G_T = \frac{9,27 \cdot 100}{100 - 43,5} = 16,41 \text{ кг/хв.}$$

Маса води на заміс тіста:

$$G_B = 16,41 - 14,8 = 1,61 \text{ кг/хв.}$$

Перевірка вологості тіста:

$$W_T = \frac{7,14 \cdot 100}{16,41} = 43,5 \text{ \%}.$$

14.3. Тісто на рідких опарах

До складу рідких опар також входять дріжджі, борошно і вода. Вологість рідких опар – 65–75 %. Вміст у них борошна – 20–40 % загальної витрати на приготування тіста. Якщо витрата рідкої опари на заміс тіста становить 60–70 % до маси борошна в тісті, то тісто бродить 1–1,5 год, а при максимальній витраті рідкої опари (без додавання води при замісі тіста) тісто готують з скороченим періодом бродіння – 20–30 хв.

Рідкі опари в основному застосовують для виробництва хліба з борошна пшеничного оббивного, I і II сортів і значно рідше – для булочних виробів (вологість опари – 63–65 %).

У рідкі опари часто добавляють усю кількість солі, що передбачена рецептурою, або її частину.

З багатьох існуючих схем приготування тіста на рідких опарах розглянемо дві найбільш поширені схеми: універсальну і краснодарську.

Універсальна схема рекомендована для виготовлення всіх видів виробів. За цією схемою опару готують з 30 % борошна, дріжджів і води. Вологість опари – 65 %. Витрата опари на заміс тіста – 76–77 % до кількості борошна в тісті. Сіль в опару не додають. Тісто готують з частини борошна, що залишилася за рецептурою опари, розчину солі, води і всієї передбаченої за рецептурою сировини, інтенсивно оброблюють і відразу спрямовують у лійку тісторозподільвача, де його бродять 20–30 хв.

Краснодарська схема передбачає приготування тіста з борошна пшеничного оббивного I і II сортів на спеціально приготуваній рідкій солоній опарі. Рідка солоня опара (PCO) – це напівфабрикат, виготовлений з борошна, малої опари, розчину солі і води. Особливістю схеми є пофазне дозування солі у всі напівфабрикати, крім тіста. Спочатку готують малу рідку опару. Мала рідка опара (MPO) – це напівфабрикат вологістю 75–76 %, приготування з 3–4 % борошна, 3–4 % води, розчину солі і 12–15 % рідких дріжджів. Після бродіння малу рідку опару повністю витрачають на заміс рідкої солоні опари, яку приготувають вологістю 72–75 % з 25 % малої опари, 22–23 % борошна, залишків води і розчину солі.

Вміст борошна в PCO – 28–30 % загальної кількості борошна в тісті. Тісто готують з борошна, що залишилося за рецептурою, та 90–120 % PCO і направляють у лійку тісторозподільвача, де воно бродить 20–40 хв.

Розрахунки виробничої рецептури для приготування тіста на рідкій опарі починають з визначення витрати рідкої опари на заміс тіста за формулою:

$$G_{\text{pco}} = G_{\text{заг}}^6 \cdot C / 100, \quad (14.1)$$

де G_{pco} – витрата рідкої опари, кг/хв; $G_{\text{заг}}^6$ – загальна витрата борошна на заміс тіста, кг/хв; C – дозування опари, кг/хв.

Потім знаходять кількість борошна, яка міститься в цій кількості рідкої опари:

$$G_{\text{р.оп}}^{\text{б}} = G_{\text{рсо}} (100 - W_{\text{рсо}}) / (100 - W_6). \quad (14.2)$$

В усьому іншому розрахунок аналогічний розрахунку рецептур тіста на густій опарі.

Приклад 3. Розрахувати хвилинні витрати сировини для приготування булочок з борошна пшеничного I сорту масою 0,2 кг. Витрата борошна – 5 кг/хв. Витрати сировини на 100 кг борошна в тісті: дріжджів пресованих – 1 кг, солі – 1,5 кг, цукру – 5 кг, маргарину – 2,5 кг. Тісто готується на рідкій опарі за універсальною схемою. Вологість м'якушки – 43 %, борошна – 14,5 %, опари – 65 %. Концентрація розчину солі – 25 %, цукру – 50 %.

Розв'язок

Розрахунок рецептури на заміс опари.

1) Витрата борошна на заміс опари:

$$G_{\text{оп}}^{\text{б}} = 5 \cdot 30 / 100 = 15 \text{ кг/хв.}$$

2) Витрата дріжджової суспензії:

$$G_{\text{др.сус}} = 5 \cdot 1(1 + 3) / 100 = 0,2 \text{ кг/хв.}$$

3) Вологість дріжджової суспензії:

$$W_{\text{др.сус}} = \frac{(0,05 \cdot 75 + 0,15 \cdot 100)}{0,2} = 93,75 \approx 94 \text{ \%}.$$

Для наочності подальших розрахунків складемо табл. 14.4.

Таблиця 14.4. Підсумкові дані розрахунку рецептури на заміс опари

Сировина	Кількість сировини, кг	Вологість сировини, %	Вміст СР, %	Маса, кг	
				СР	волога
Борошно пшеничне I сорту	1,5	14,5	85,5	1,28	0,22
Дріжджова суспензія	0,2	94	6	0,01	0,19
Підсумок	1,7	—	—	1,29	0,41
Вода	2	—	—	—	2
Разом (опара)	3,7	65	35	1,29	2,41

Маса опари:

$$G_{\text{оп}} = 1,29 \cdot 100 / (100 - 65) = 3,7 \text{ кг/хв.}$$

Маса води на заміс тіста:

$$G_{\text{в.оп}} = 3,7 - 1,7 = 2 \text{ кг/хв.}$$

Розрахунок рецептури на заміс тіста

1) Витрата борошна на заміс тіста:

$$G_{\text{зам}}^{\text{б}} = 5 - 1,5 = 3,5 \text{ кг/хв.}$$

2) Витрата розчину солі:

$$G_{\text{р.с}} = 5 \cdot 1,5 / 25 = 0,3 \text{ кг/хв.}$$

3) Витрата цукрового розчину:

$$G_{\text{р.ц}} = 5 \cdot 5 / 50 = 0,5 \text{ кг/хв.}$$

4) Витрата маргарину:

$$G_{\text{мар}} = 5 \cdot 2,5 / 100 = 0,12 \text{ кг/хв.}$$

Для наочності подальших розрахунків складемо табл. 14.5.

Таблиця 14.5. Підсумкові дані розрахунку рецептури на заміс тіста

Сировина	Кількість сировини, кг	Вологість сировини, %	Вміст СР, %	Маса, кг		
				СР	волога	борошно
Борошно пшеничне І сорту	3,50	14,5	85,5	3	0,5	3,50
Опара	3,7	65	35	1,29	2,41	1,50
Розчин солі	0,3	75	25	0,07	0,23	—
Розчин цукру	0,5	50	50	0,25	0,25	—
Маргарин	0,12	16	84	0,1	0,02	—
Підсумок	8,12	—	—	4,71	3,41	5
Вода	0,22	—	—	—	0,22	—
Разом (тісто)	8,34	43,5	56,5	4,71	3,63	5

Вологість тіста:

$$W_T = 43 + 0,5 = 43,5 \text{ \%}.$$

Маса тіста:

$$G_T = 4,71 \cdot 100 / (100 - 43,5) = 8,34 \text{ кг}.$$

Маса води на заміс тіста:

$$G_{в.т} = 8,34 - 8,12 = 0,22 \text{ кг/хв}.$$

Перевірка. Вологість тіста:

$$W_T = 3,63 \cdot 100 / 8,34 = 43,5 \text{ \%}.$$

Хвилинні витрати сировини на заміс опари і тіста заносять у табл. 14.6.

Таблиця 14.6 – Хвилинні витрати сировини на заміс опари і тіста

Сировина і напівфабрикати	Опара	Тісто
Борошно пшеничне I сорту, кг	1,5	3,5
Розчин солі, кг	—	0,3
Розчин цукру, кг	—	0,5
Дріжджова суспензія, кг	0,2	—
Маргарин, кг	—	0,12
Опара, кг	—	3,7
Вода, л(кг)	2,0	0,22
Разом	3,7	8,34

При складанні виробничих рецептур для приготування тіста на максимальній кількості рідкої опари без додавання води при замісі тіста спочатку також розраховують вологість опари і визначають витрати борошна на заміс опари, масу опари і води.

Кількість борошна для замісу опари визначають за формулою:

$$G_{оп}^6 = \frac{G_{в.т}(100 - W_{оп}) + G_{др}(W_{др} - W_{оп}) + G_{р.с}(W_{р.с} - W_{оп})}{W_{оп} - W_6}, \quad (14.3)$$

де $G_{в.т}$ – витрата води на заміс тіста (за відрахуванням кількості, яка витрачена на приготування розчину солі), л; $G_{др}$ – маса дріж-

джів, кг; $W_{др}$ – вологість дріжджів, %; $G_{р.с}$ – кількість розчину солі для приготування опари, кг; $W_{р.с}$ – вологість розчину солі, %; $W_{оп}$ – вологість опари, %.

Приклад 4. Розрахувати рецептуру для замісу тіста без додавання води при замісі тіста. Загальна витрата борошна – 10 кг/хв. Рідка солоня опара (PCO) містить 28 % борошна, всю воду, сіль (1,5 % від маси борошна в тісті). Вологість тіста – 48 %, борошна – 15 %.

Розв'язок

Наведемо розрахунок рецептури лише однієї фази тіста в двох варіантах.

Варіант 1.

1) Маса сухих речовин у тісті:

$$G_{ср} = 10 \cdot 0,85 + 10 \cdot 0,015 = 8,65 \text{ кг/хв.}$$

2) Маса тіста:

$$G_T = 8,65 \cdot 100 / (100 - 48) = 16,63 \text{ кг.}$$

3) Витрата борошна на приготування тіста визначають, виходячи з того, що в рідкій соляній опарі міститься борошна 28 %, а 72 % борошна вносять при замісі тіста:

$$G_T^6 = 10 \cdot 0,72 = 7,2 \text{ кг/хв.}$$

4) Витрата PCO на заміс тіста:

$$G_{рсо} = G_T - G_T^6 = 16,63 - 7,2 = 9,43 \text{ кг/хв.}$$

5) Вологість PCO:

$$W_{рсо} = \frac{G_T \cdot W_T - G_T^6 \cdot W_6}{G_{рсо}} = \frac{16,63 \cdot 48 - 7,2 \cdot 15}{9,43} = 73,2 \text{ \%}.$$

6) Вміст борошна в PCO:

$$G_{рсо}^6 = 10 - 7,2 = 2,8 \text{ кг.}$$

Визначені витрати сировини і напівфабрикатів на заміс тіста заносять у табл. 14.7.

Таблиця 14.7. Витрати сировини і напівфабрикатів на заміс тіста

Сировина і напівфабрикати	Кількість сировини, кг	Вологість сировини, %	Вміст СР, %	Маса, кг		
				СР	волога	борошно
Борошно пшеничне	7,2	15	85	6,12	1,08	7,2
РСО	9,43	73,2	26,8	2,53	6,9	2,8
Разом (тісто)	16,63	48	52	8,65	7,98	10

Перевірка вологості тіста:

$$W_T = 7,98 \cdot 100 / 16,63 = 48 \text{ \%}.$$

Варіант 2.

1) Витрата розчину солі на приготування рідкої солоної опари:

$$G_{p,c} = 10 \cdot 1,5 / 100 = 0,6 \text{ кг/хв.}$$

2) Враховуючи, що концентрацію розчину солі приймають рівною 25 %, а також склад малої рідкої опари (борошно, вода і соль), визначимо загальну масу сухих речовин в тісті:

$$C_{c,p}^T = 10 \cdot 0,85 + 0,6 \cdot 0,25 = 8,65 \text{ кг/хв.}$$

3) Вихід тіста становить:

$$G_T = 8,65 \cdot 100 / (100 - 48) = 16,63 \text{ кг/хв.}$$

4) Кількість води для приготування тіста:

$$G_{в,т} = G_T - G_6 - G_{p,c} = 16,63 - 10 - 0,6 = 6,03 \text{ кг/хв.}$$

Визначена маса води йде на приготування РСО, тому що тісто готують без додавання води.

5) Кількість борошна для замісу опари з урахуванням борошна в малій рідкій опарі, що йде на заміс тіста (вологість РСО приймають з варіанту 1), визначають за формулою (14.3):

$$G_{оп}^6 = \frac{6,03(100 - 79,2) + 0,6(75 - 73,2)}{73,2 - 15} = 2,8 \text{ кг/хв.}$$

6) Кількість борошна для замісу тіста:

$$G_T^6 = 10 - 2,8 = 7,2 \text{ кг/хв.}$$

7) Кількість РСО на заміс тіста:

$$G_{\text{рсо}} = M_{\text{оп}} + G_{\text{в.т}} + G_{\text{р.с}} = 2,8 + 6,03 + 0,6 = 9,43 \text{ кг/хв}$$

або

$$G_{\text{рсо}} = 16,63 - 7,2 = 9,43 \text{ кг/хв.}$$

Отже, розрахунок рецептури тіста можна проводити за будь-яким з варіантів.

14.4. Контрольні задачі

14.1. Розрахувати виробничу рецептуру для приготування калача з борошна вищого сорту масою 0,2 кг. Вологість м'якушки – 45,5 %. Тісто готують безопарним способом з 80 кг борошна вологістю 14 %. Витрата сировини на 100 кг борошна: солі 1,5 кг, дріжджів пресованих 1,0 кг. Дріжджі пресовані розводять у співвідношенні 1:3. Густина розчину солі – 1,2 кг/л.

14.2. Розрахувати виробничу рецептуру для приготування калача з борошна пшеничного I сорту масою 1 кг. Вологість м'якушки – 45,5 %. Тісто готують безопарним способом на агрегатах безперервної дії. Загальна витрата борошна на заміс тіста становить 8 кг/хв. Витрата сировини на 100 кг борошна: солі – 1,3 кг, дріжджів рідких – 15 кг, пресованих – 0,7 кг, цукру – 1 кг. Вологість борошна – 15 %, рідких дріжджів – 80 %. Густина розчинів солі – 1,19 кг/л, цукру – 1,23 кг/л.

14.3. Розрахувати виробничу рецептуру для приготування тіста вологістю 45 % з 70 кг борошна. Витрата сировини на 100 кг борошна: солі – 1,5 кг, рідких дріжджів – 45 кг. Вологість рідких дріжджів – 80 %, борошна – 13 %. Густина розчину солі – 1,2 кг/л.

14.4. Розрахувати виробничу рецептуру на заміс тіста вологістю 43,5 % в діжі місткістю 330 л з борошна пшеничного I сорту безопарним способом. Витрата сировини на 100 кг борошна: солі – 1,5 кг, дріжджів пресованих – 2,5 кг, цукру – 5 кг, маргарину – 3,5 кг. Вологість борошна – 14,5 %. Дріжджі пресовані розводять у співвідношенні 1:3. Густина розчинів солі – 1,19 кг/л, цукру – 1,23 кг/л.

14.5. Витрата борошна на виробництво хліба пшеничного з борошна I сорту формового масою 1 кг становить 700 кг/год. Тісто готують безопарним способом на агрегатах безперервної дії. Розрахувати виробничу рецептуру для хвилинного приготування тіста вологістю 46 %. Витрата сировини на 100 кг борошна: солі – 1,8 кг, пресованих дріжджів – 2 кг, сухарного борошна – 1,5 кг. Густина розчину солі – 1,18 кг/л. Пресовані дріжджі розводять у співвідношенні 1:3.

14.6. Розрахувати рецептуру для приготування шкільних рожків з пшеничного борошна I сорту масою 0,1 кг (вологість м'якушки 37 %). Тісто готують безопарним способом, витрата борошна для тіста – 12 кг/хв. Витрата сировини на 100 кг борошна: солі – 1,5 кг, дріжджів пресованих – 3 кг, цукру – 5 кг, маргарину – 6 кг. Густина розчинів солі – 1,19 кг/л, цукру – 1,23 кг/л. Дріжджі розводять у співвідношенні 1:3. Вологість борошна – 14,5 %, маргарину – 16 %.

14.7. Розрахувати виробничу рецептуру для батонів з борошна пшеничного I сорту масою 0,4 кг. Витрата борошна дорівнює 600 кг/год. Тісто готують безопарним способом на агрегатах безперервної дії. Початкові дані прийняти самостійно.

14.8. Розрахувати виробничу рецептуру приготування тіста безопарним способом у діжах місткістю 330 л. Тісто готують для батонів простих з пшеничного борошна II сорту масою 0,5 кг на рідких дріжджах. Дозування рідких дріжджів – 40 %. Інші дані прийняти самостійно.

14.9. Розрахувати рецептуру на приготування порції тіста вологістю 37 % з борошна вищого сорту. Тісто готують безопарним способом у тістомісильній машині. Витрата борошна – 720 кг/год. Витрата сировини на 100 кг борошна: дріжджів пресованих – 4 кг, цукру – 6 кг, солі – 1,3 кг, маргарину – 6 кг, молочної сироватки – 20 кг. Концентрація солі в розчині – 25 %, цукру – 70 %.

14.10. Розрахувати витрати борошна на приготування густої опари вологістю 50 %, якщо витрата борошна на приготування тіста становить 110 кг. Опара готується з додаванням 30 % рідких дріжджів від загальної маси борошна в тісті. Вологість рідких дріжджів – 90 %, борошна – 15 %.

14.11. Розрахувати виробничу рецептуру на заміс опари і тіста, якщо загальна кількість борошна на приготування тіста становить 80 кг. Тісто готують на густій опарі. Дозування сировини на 100 кг

борошна: солі – 1,8 кг, рідких дріжджів – 35 кг. Концентрація розчину солі – 25 %. Вологість рідких дріжджів – 80 %, борошна – 12,5 %, опари – 50 %, тіста – 48 %. Кількість борошна для опари становить 50 %.

14.12. Розрахувати виробничу рецептуру приготування булки міської з борошна I сорту масою 0,2. Тісто готують на великій густій опарі з використанням дріжджової суспензії в агрегаті безперервної дії. Витрата сировини на 100 кг борошна: дріжджів пресованих – 1 кг, солі – 1,5 кг, цукру – 5 кг, маргарину – 2,5 кг. Витрата борошна – 12 кг/хв. Вологість м'якушки – 43,5 %, маргарину – 16 %, борошна – 14 %, опари – 50 %. Кількість борошна для опари становить 70 %.

14.13. Розрахувати виробничу рецептуру для приготування хліба пшеничного з борошна пшеничного II сорту формового масою 1 кг на густій опарі з застосуванням суміші пресованих і рідких дріжджів. Дозування сировини на 100 кг борошна: солі – 1,8 кг, дріжджів пресованих – 0,25 кг, рідких дріжджів – 12,5 кг. Вологість рідких дріжджів – 80 %, борошна – 14,5 %, м'якушки хліба – 47 %, опари – 50 %. Густина розчину солі – 1,17 кг/л. Тісто готують в агрегаті безперервної дії. Витрата борошна в тісто – 10 кг/хв, для опари – 50 % від загальних витрат.

14.14. Розрахувати виробничу рецептуру для приготування хліба українського подового масою 1,0 кг на густій опарі. Загальна витрата борошна на приготування порції тіста – 115 кг. Витрата сировини на 100 кг борошна: солі – 1,5 кг, дріжджів пресованих – 0,4 кг, закваски – 5 %. Закваску вносять в опару. Вологість м'якушки – 48 %, закваски – 70 %. Густина розчину солі – 1,19 кг/л.

14.15. Розрахувати виробничу рецептуру на заміс опари і тіста для хліба столового подового масою 1,0 кг, якщо загальна витрата борошна – 120 кг. Тісто готують на густій опарі з додаванням до неї 3 % заварки і 10 % солоної закваски (до маси борошна в тісті). Витрата сировини на 100 кг борошна: дріжджів пресованих – 0,3 кг, солі – 1,5 кг, цукру – 3 кг. Вологість м'якушки – 47 %, борошна – 15 %, заварки – 70 %, закваски – 75 %, опари – 50 %. Густина розчину солі – 1,17 кг/л, цукру – 1,23 кг/л. Кількість борошна для опари становить 50 %.

14.16. Розрахувати виробничу рецептуру приготування опари і тіста, якщо витрата борошна на велику густу опару 63 кг (70 % до маси борошна в тісті). Витрата сировини на 100 кг борошна: солі – 1,8 кг, дріжджів пресованих – 1,0 кг. Вологість опари – 45 %, тіста – 46 %, бо-

рошна – 15 %. Концентрація розчину солі – 25 %. Дріжджі використовують у вигляді суспензії.

14.17. Розрахувати виробничу рецептуру для приготування великої густої опари вологістю 43 %, якщо загальна витрата борошна – 16 кг/хв. Дозування дріжджів пресованих – 1,5 %. Кількість борошна для опари становить 70 %.

14.18. Тісто готують з відздобкою. Розрахувати витрату сировини, необхідної для відздобки, якщо загальна витрата борошна становить 80 кг. Витрата сировини на відздобку на 100 кг борошна в тісті: борошна – 5 кг, жиру – 10 кг, цукру – 10 кг, яєць – 100 штук (4 кг), води – 2 кг.

14.19. Розрахувати хвилинну витрату рідкої солоної опари на заміс тіста, якщо тісто готують за універсальною схемою. Витрата борошна становить 15 кг/хв.

14.20. Розрахувати хвилинну витрату рідкої солоної опари на заміс тіста, якщо тісто готують без додавання води і загальна хвилинна витрата борошна становить 10 кг/хв. Визначити вміст борошна в хвилинній витраті РСО вологістю 75 %, якщо вміст борошна в ній 23,4 %.

14.21. Розрахувати виробничу рецептуру тільки на заміс тіста для приготування хліба кишинівською подового масою 0,8 кг за красnodарською схемою. Загальна хвилинна витрата борошна – 10,8 кг/хв. Тісто готують без додавання води. Вологість м'якушки хліба – 45 %, вологість борошна – 14 %. РСО містить – 28 % борошна, усю кількість води і солі (1,8 % до маси борошна в тісті).

14.22. Розрахувати виробничу рецептуру для приготування хліба пшеничного з борошна пшеничного II сорту масою 1 кг. Тісто готують на рідкій опарі за універсальною схемою. Загальна витрата борошна – 9 кг/хв. Витрата сировини на 100 кг борошна: солі – 1,8 кг, рідких дріжджів – 30 кг. Вологість борошна – 15 %, рідких дріжджів – 78 %, м'якушки хліба – 47 %. Густина розчину солі – 1,19 кг/л.

14.23. Розрахувати хвилинне дозування РСО на заміс тіста, якщо загальна витрата борошна – 12 кг/хв. РСО містить 30 % борошна, усю кількість води і солі (1,5 % до маси борошна в тісті). Вологість борошна – 15 %, тіста – 49 %.

14.24. Розрахувати виробничу рецептуру для приготування паланиці української з борошна пшеничного I сорту за універсальною

схемою на суміші пресованих і рідких дріжджів. Загальна годинна витрата борошна – 600 кг/год. Дозування сировини на 100 кг борошна в тісті: солі – 1,3 кг, дріжджів пресованих – 1 кг, рідких – 10 кг. Вологість рідких дріжджів – 80 %. Густина розчину солі – 1,17 кг/л. Вологість борошна – 12,5 %, м'якушки – 43 %.

14.25. Розрахувати виробничу рецептуру для приготування хліба пшеничного з борошна пшеничного II сорту масою 1,0 кг. Загальна витрата борошна – 16 кг/хв. Тісто готують на РСО, що містить частину борошна, води і всю сіль (1,8 % до маси борошна в тісті). Витрата РСО – 52 %. Вологість борошна – 13 %, м'якушки – 47 %.

14.26. Скласти виробничу рецептуру для булки круглої з пшеничного борошна I сорту масою 0,2 кг. Тісто готують за універсальною схемою. Загальна витрата борошна – 500 кг/год. Дозування сировини на 100 кг борошна в тісті: солі – 1,5 кг, цукру – 5 кг, дріжджів пресованих – 1 кг. Вологість борошна – 14 %, м'якушки – 43 %. Густина розчину солі – 1,26 кг/л, цукру – 1,2 кг/л.

14.27. Розрахувати виробничу рецептуру для приготування калача з борошна пшеничного I сорту масою 1 кг за універсальною схемою. Загальна витрата борошна – 15 кг/хв. Витрати сировини на 100 кг борошна: солі – 1,3 кг, дріжджів пресованих – 1,0 кг, цукру – 1,0 кг. Вологість борошна – 13 %, м'якушки – 45,5 %. Густина розчину солі – 1,2 кг/л, цукру – 1,23 кг/л. Дріжджі розводять водою у співвідношенні 1:2.

14.28. Розрахувати виробничу рецептуру на заміс тіста, яке готують за універсальною схемою з додаванням мочки 2,5 % до маси борошна в тісті. Загальна витрата борошна – 10 кг/хв. Витрати сировини на 100 кг борошна: солі – 1,5 кг, дріжджів пресованих – 0,5 кг, рідких – 10 кг. Вологість борошна – 12 %, мочки – 80 %, тіста – 46 %. Густина розчину солі – 1,19 кг/л. Дріжджі розводять водою у співвідношенні 1:3.

ГЛАВА 15.

ВИХІД ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

Вихід хліба – це кількість готової продукції, отриманої з 100 кг борошна та іншої допоміжної сировини, яку вносять відповідно до затвердженої рецептури.

Норма виходу хліба – це максимально допустима кількість хліба, отримана з 100 кг борошна та іншої допоміжної сировини, яку вносять відповідно до затвердженої рецептури.

Норму виходу для кожного виду виробів визначають згідно з інструкцією з нормування витрат борошна (виходу хліба) у хлібопекарній промисловості.

Норма виходу скоригована залежно від фактичної вологості борошна:

$$H_{\text{вск}} = \frac{H_{\text{в.п}} \cdot 100}{100 - (14,5 - W_6)}, \quad (15.1)$$

де $H_{\text{вск}}$ – скоригована норма виходу, %; $H_{\text{вп}}$ – планова норма виходу при вологості борошна 14,5 %; W_6 – фактично середньозважена вологість борошна, %.

Фактичний вихід хліба на підприємстві визначають за зміну, добу, декаду, місяць за формулою:

$$\varphi = \frac{G_x}{G_6} \cdot 100, \quad (15.2)$$

де G_x – маса виробів, кг; G_6 – маса борошна, кг; φ – фактичний вихід хліба, %.

На значення фактичного виходу хлібних виробів впливають вологість тіста, а також розміри технологічних втрат і витрат сировини, напівфабрикатів у процесі виробництва. Значення фактичного виходу хлібних виробів можна визначити шляхом пробних випічок і шляхом розрахунку за формулою:

$$\varphi_p = G_c \frac{(100 - W_{\text{сзв}})}{100 - (W_{\text{м}} + n)} \left(1 - \frac{G_{\text{бр}}}{100} \right) \left(1 - \frac{G_{\text{уп}}}{100} \right) \left(1 - \frac{G_{\text{ус}}}{100} \right), \quad (15.3)$$

де φ_p – розрахунковий вихід, %; G_c – маса всієї сировини за уніфікованою рецептурою, кг; $W_{\text{сзв}}$ – середньозважена вологість, %;

W_m – вологість м'якушки хліба, %; n – різниця між початковою вологістю тіста і м'якушки хліба, %; $G_{бр}$ – витрати сухих речовин на бродіння, % (дорівнює 2-3 %); $G_{уп}$ – маса упікання, % (дорівнює 6–14 %); $G_{ус}$ – маса усування, % (дорівнює 3-4 %).

Приклад 1. Для випікання хліба формового масою 1 кг витрачено 1720 кг пшеничного борошна II сорту вологістю 14,5 %, 2540 кг борошна вологістю 15 % і 5400 кг борошна вологістю 13 %. Планова норма виходу хліба формового з пшеничного борошна II сорту масою 1 кг становить 144 %. Визначити скоригований вихід хліба.

Розв'язок

- 1) Визначимо середньозважену вологість борошна:

$$W_{сзв} = \frac{1720 \cdot 14,5 + 2540 \cdot 15 + 5400 \cdot 13}{1720 + 2540 + 5400} = 13,79 \text{ \%}.$$

- 2) Скоригована норма виходу:

$$H_{вск} = \frac{144 \cdot 100}{100 - (14,5 - 13,79)} = 145 \text{ \%}.$$

Приклад 2. Бригада за зміну виробила 15 т хліба пшеничного з борошна II сорту і витратила 10,5 т борошна. Знайти фактичний вихід хліба.

Розв'язок

Фактичний вихід хліба:

$$\varphi = \frac{15}{10,5} \cdot 100 = 142,86 \text{ \%}.$$

Приклад 3. Розрахувати вихід батона нарізного з борошна пшеничного I сорту масою 0,4 кг. Дозування сировини на 100 кг борошна: дріжджі пресовані – 1 кг, сіль – 1,5 кг, цукор – 5 кг, маргарин – 3,5 кг. Вологість борошна – 14,5 %, дріжджів пресованих – 75 %, солі – 3,5 %, цукру – 0,14 %, маргарину – 16 %. За стандартом вологість м'якушки не повинна перевищувати 42 %; $G_{бр} = 3 \text{ \%}$; $G_{дн} = 11 \text{ \%}$; $G_{ус} = 4 \text{ \%}$.

Розв'язок

- 1) Визначимо середньозважену вологість сировини:

$$W_{сзв} = \frac{100 \cdot 14,5 + 1 \cdot 75 + 1,5 \cdot 3,5 + 5 \cdot 0,14 + 3,5 \cdot 16}{100 + 1 + 1,5 + 5 + 3,5} = 14,3 \text{ \%}.$$

2) Визначимо розрахунковий вихід батона:

$$\phi_p = 111 \cdot \frac{100 - 14,3}{100 - (42 + 0,5)} \cdot (1 - 0,03)(1 - 0,11)(1 - 0,04) = 137,1 \text{ \%}.$$

15.1. Контрольні задачі

15.1. Знайти скориговану норму виходу батона нарізного з борошна пшеничного I сорту масою 0,4 кг при вологості борошна 13 %. Плановий вихід при вологості борошна 14,5 % становить 135 %.

15.2. Знайти скориговану норму виходу батона нарізного з борошна пшеничного I сорту масою 0,4 кг при вологості борошна 15,5 %. Плановий вихід при вологості борошна 14,5 % становить 137,5 %.

15.3. Знайти скориговану норму виходу хліба з борошна I сорту масою 0,8 кг при вологості борошна 14 %. Плановий вихід при вологості борошна 14,5 % становить 138 %.

15.4. Знайти скориговану норму виходу сайки з борошна I сорту масою 0,2 кг, якщо на її випікання витрачено 7240 кг борошна вологістю 15 % і 5300 кг вологістю 12 %. Плановий вихід сайки при базисній вологості борошна – 135,1 %.

15.5. Знайти скориговану норму виходу для хліба українського подового масою 1,0 кг, якщо на його випікання витрачено 12400 кг борошна вологістю 15 %, 3000 кг – вологістю 14,5 % і 1920 кг – вологістю 12,2 %. Плановий вихід хліба українського подового при базисній вологості борошна – 150 %.

15.6. Знайти скориговану норму виходу калача київського з борошна пшеничного I сорту масою 1 кг при вологості борошна 12,3 %. Плановий вихід калача при базисній вологості борошна – 135 %.

15.7. Порівняти скориговані виходи хліба масою 0,4 кг при вологості борошна 14 і 15 %, якщо плановий вихід при базисній вологості становить 133 %.

15.8. Порівняти скориговані норми хліба кишинівського масою 0,8 кг при вологості борошна 13 і 12 %, якщо при базисній вологості борошна плановий вихід становить 150,5 %.

15.9. Як зміниться вихід хліба київського з борошна II сорту масою 1 кг, якщо вологість борошна знизити на 2 % порівняно з базисною, при якій плановий вихід становить 138 %.

15.10. Як зміниться вихід хліба з борошна пшеничного I сорту масою 2 кг, якщо вологість борошна знизити з 15 до 12,8 %. Плановий вихід хліба становить 136,6 %.

15.11. Як зміниться порівняно з плановим вихід сайки з борошна пшеничного I сорту масою 0,2 кг при зниженні вологості борошна до 12 %. Плановий вихід становить 135,2 %.

15.12. Визначити вологість борошна пшеничного II сорту, з якого виробили хліб пшеничний формовий масою 1 кг, якщо його вихід склав 146 %. Плановий вихід хліба – 144 %.

15.13. Визначити вологість борошна пшеничного II сорту, з якого виробили батон простий масою 0,5 кг, якщо його вихід становив 133 %. Плановий вихід – 135 %.

15.14. Визначити плановий вихід хліба з борошна пшеничного I сорту масою 2 кг, якщо вихід, скоригований на вологість борошна 13 %, становить 138,1 %.

15.15. Визначити вологість борошна пшеничного I сорту, з якого вироблена здоба звичайна масою 0,1 кг, якщо її вихід становив 140 %. Плановий вихід – 137 %.

15.16. Розрахувати вихід батонів нарізних з борошна пшеничного I сорту масою 0,4 кг при витратах на бродіння 2,8 %. Маса упікання 10 %, усихання – 3 %. Витрати сировини на 100 кг борошна: дріжджів пресованих – 1,0 кг, солі – 1,5 кг, цукру – 5 кг, маргарину – 3,5 кг. Вологість борошна – 14,5 %, пресованих дріжджів – 75 %, солі – 3,5 %, цукру – 0,14 %, маргарину – 16 %. Вологість м'якушки не повинна перевищувати 42 %. Різниця між початковою вологістю тіста і м'якушки хліба – 0,5 %.

15.17. Розрахувати вихід хліба пшеничного формового II сорту масою 1,0 кг при витратах на бродіння 2 %. Маса упікання – 8 %, усихання – 2,5 %. Витрати сировини на 100 кг борошна: пресованих дріжджів – 0,5 кг, солі – 1,3 кг, олії – 0,16 кг. Вологість борошна – 14,5 %, пресованих дріжджів – 75 %, солі – 3,5 %, олії – 0,2 %, м'якушки – 43 %. Різниця між початковою вологістю тіста і м'якушки хліба – 0,5 %.

15.18. Розрахувати вихід хліба пшеничного формового з борошна II сорту масою 1,0 кг при витратах на бродіння – 3 %. Маса упікання – 9 %, усихання – 3,5 %. Витрати сировини на 100 кг борошна: пресованих дріжджів – 0,7 кг, солі – 1,6 кг, олії – 0,16 кг. Вологість борошна – 14,5 %, дріжджів пресованих – 75 %, солі – 3,5 %, олії – 0,2 %, м'якушки – 45 %. Різниця між початковою вологістю тіста і м'якушки хліба – 0,5 %.

ГЛАВА 16. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

Попередній розрахунок кількості води, що необхідна для отримання тіста потрібної вологості, проводять за формулою:

$$B = \frac{M(W_T - W_M)}{100 - W_T}, \quad (16.1)$$

де M – кількість борошна, кг; B – кількість води, л; W_T – вологість тіста, %; W_M – вологість борошна, %.

Тоді можна розрахувати для нормативних показників:

$$B = \frac{1000(31,5 - 14,5)}{100 - 31,5} = 248,18 \text{ л.}$$

$W_T = 31,5\text{--}32,5$ % – вологість тіста при м'якому замісі.

Для середнього замісу тіста $W_T = 29,5\text{--}31,0$ %, тоді:

$$B = \frac{1000(29,5 - 14,5)}{100 - 29,5} = 212,77 \text{ л.}$$

Для твердого замісу тіста $W_T = 28\text{--}29$ %, тоді:

$$B = \frac{1000(29 - 14,5)}{100 - 29} = 204,23 \text{ л.}$$

Фактичні витрати борошна M визначаються продуктивністю дозатора, що встановлений над тістозамішувачем, та розраховуються ще до пуску останнього. Тоді фактична вологість тіста розраховується з формули:

$$W_T = \frac{100B + M \cdot W_M}{B + M}. \quad (16.2)$$

16.1. Витрати сировини

У макаронному виробництві норми витрат сировини (кг/т виробів) залежать від технологічних затрат та втрат у виробництві. Виробничі втрати складаються з врахованих та безповоротних втрат. Тоді норма витрат сировини H_c (кг) на 1 т виробів буде:

$$H_c = Z_t + Y + B,$$

де Z_t – технологічні затрати сировини; Y – питома величина врахованих витрат сировини; B – питома величина безповоротних втрат сировини.

Усі вказані величини повинні бути приведені до однієї базисної, прийнятої у промисловості, вологості сировини 14,5 %.

На підприємстві встановлюється єдина норма витрат сировини незалежно від видів виробів, що виготовляються, і сорту борошна.

Технологічні затрати Z_t представляють собою ту частину сировини, яка безпосередньо використовується на виробництво макаронних виробів. Технологічні затрати менше норми витрат сировини на суму врахованих та безповоротних втрат. Загальна величина технологічних затрат на 1 т виробів може бути розрахована з формули:

$$Z_t = 1000 \frac{100 - W_b}{100 - W_c}, \quad (16.3)$$

де W_b – вологість виробів, %, (11–12 %); W_c – вологість сировини, %.

$$Z_t = 1000 \frac{100 - 11}{100 - 14,5} = 1040,94 \text{ кг}.$$

У процесі виробництва неминучі технологічні втрати сухих речовин, які носять назву врахованих втрат.

Враховані втрати уявляють собою всілякий брак сировини, напівфабрикатів і готових виробів, це відходи, які непридатні до повторної переробки. Величина цих втрат залежить від типу і технічного стану технологічного і транспортного устаткування, правильної організації робочих місць, правильного ведення технологічного процесу,

ступеня механізації, потужності підприємства, загальної культури виробництва та деяких інших факторів.

Питома величина врахованих втрат (кг/т) розраховується за формулою:

$$Y = \frac{G(100 - W_{\text{вр}})}{U_o(100 - W_c)}, \quad (16.4)$$

де G – сумарна кількість врахованих втрат, кг; $W_{\text{вр}}$ – вологість врахованих втрат, %; W_c – вологість сировини, %; U_o – кількість виробів, при виготовленні яких отримані відходи, т.

Безповоротні втрати складаються з таких елементів: втрати сировини при транспортуванні на сховище підприємства до подачі у виробництво; розпилення сировини у приміщенні підприємства при транспортуванні сировини, замісі тіста, формуванні та ін.; винос сировини з повітрям, що виходить з вентиляційної системи, втрати при чищенні матриці, втрати на лабораторні аналізи, інші втрати.

Питома величина безповоротних втрат обчислюється за формулою:

$$B = H_c - (3_t + Y). \quad (16.5)$$

При виготовленні макаронних виробів без введення добавок норма витрат борошна є в той же час і нормою витрат сировини $H_m = H_c$.

Добавки, що вводять до макаронного тіста, збільшують кількість сухих речовин, що приводить до зниження питомих витрат на виробку виробів.

16.2. Розрахунок продуктивності преса

Продуктивність преса визначається сукупністю характеристик шнека, матриці, робочим тиском пресування, який знаходиться у прямій залежності від продуктивності матриць і у зворотній від продуктивності шнека.

На теперішній час немає методики визначення продуктивності преса за сукупністю характеристик шнека і матриці. Один з підходів до визначення продуктивності преса – у розрахунку так званого коефіцієнта об'ємної подачі тіста $\eta_{об}$, який відбиває співвідношення фактичної продуктивності преса до теоретично можливої:

$$\eta_{\text{об}} = \frac{Q_{\text{ср}}}{Q_{\text{max}}} < 1. \quad (16.6)$$

Фактична продуктивність преса може бути визначена, наприклад, на лінії за один робочий цикл.

Теоретична робоча продуктивність $Q_{\text{т}}$ розраховується за формулою

$$Q_{\text{т}} = \left(\frac{\pi D^2}{4} \cdot S - B \right) \cdot \frac{1}{\tau}, \quad (16.7)$$

де D – діаметр шнека, м; S – крок гвинтової лінії шнека, м; B – об’єм, який займає вал шнека та його лопаті на довжині одного кроку, м³; τ – тривалість циклу (одного обороту шнека, хв).

ГЛАВА 17. МОЛОКО

17.1. Ринок молока і молочних продуктів

Молочний ринок України останні декілька років має тенденцію до реструктуризації, а саме укрупнення. На сьогоднішній день завдяки високій культурі виробництва, переобладнанню молокозаводів без використання консервантів виробник може забезпечити термін реалізації молокопродуктів у 10 – 30 діб.

Цільне молоко і кисломолочні продукти у домашньому господарстві.

Частка витрат на цільне молоко і кисломолочні продукти серед використання напоїв у домашньому господарстві в Україні складає 34%, на другому місці алкогольні напої – 22%, третє місце належить пиву – 10%. Використання молочних продуктів зростає з кожним роком, що заохочується також спадом цін на сировину.

Валовий надій молока в Україні за останні шість років знизився на 15%, але пік падіння надоїв уже минув (рис. 17.1). ПОстачальники молочної сировини – колективні сільгоспідприємства (громадський сектор), фермери і окремі громадяни (приватний сектор). Приватний сектор – основний постачальник молока, його частка у 1999 р. – 65%, 2000 р. – 71%.

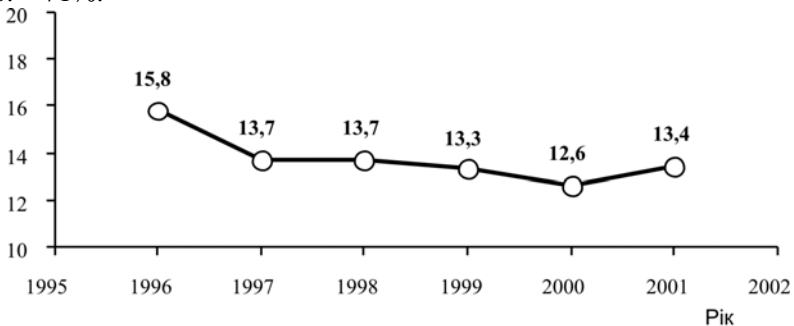


Рис. 17.1. Виробництво молочної сировини в Україні
за період 1997–2001 рр., млрд. л.

Молоко, що надійшло на молокозаводи (6,5 млрд. л), було перероблене на вершкове масло, казеїн і сухе молоко – 63%; тверді або плавлені сири – 19%; кисломолочні продукти – 11%; цільне молоко – 4%; морозиво – 3%. Ринок готової молокопродукції у зв'язку з різними нормами витрат на сировину має інший дольовий розподіл (рис. 17.2).

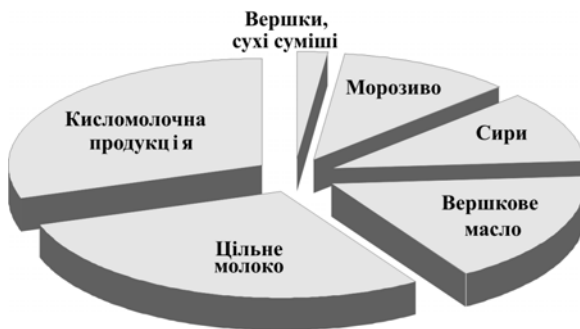


Рис. 17.2. Розподіл ринку молочних продуктів за товарними групами, %:
1 – кисломолочна продукція (30); 2 – цільне молоко (29); 3 – вершкове масло (17); 4 – сири (11); 5 – морозиво (11); 6 – вершки, сухі суміші (2).

Ринок цільного молока підрозділяється на два основні сегменти – розливне і пакетоване. Споживає Україна молока приблизно 2 млрд. л за рік, або більш ніж 40 л на душу населення. Сегмент фасованого молока (20%) включає в себе пастеризоване, топлене і оброблене при високій температурі (Т – молоко). Перше має термін реалізації до одного тижня, останнє – декілька місяців.

До кисломолочних відносять продукти, що виготовлені методом заквашування спеціальними біокультурами цільного молока або цільних вершків. Біокультури, що використовують, розділяють на грибкові (для виготовлення кефіру) і бактеріальну мікрофлору для усіх останніх кисломолочних продуктів.

Асортимент традиційних для України кисломолочних продуктів це три основні групи: ряжанка, кефір і сир. Йогурт – це продукт, виготовлений з цільного молока методом заквашування за допомогою ацидофільних бактерій. У залежності від бактеріального штаму і наповнювачів, що використовують, йогурт може бути питний або десертний.

17.2. Харчова цінність молока

У молоці знаходяться всі життєво необхідні для нормального розвитку людського організму речовини: білки, жири, молочний цукор, мінеральні солі і вода, органічні кислоти, вітаміни, ферменти, гормони, імунні тіла, гази, пігменти і ін.

Оптимальне поєднання компонентів робить молоко винятково цінним, незамінним продуктом харчування, необхідним для людей будь-якого віку. За визначенням великого фізіолога І. П. Павлова «молоко – дивна їжа, приготовлена самою природою».

Для засвоєння молока потрібна мінімальна кількість шлункового соку. Його біологічна цінність доповнюється тим, що воно сприяє створенню кислого середовища в кишковому тракті і пригніченню розвитку гнильних процесів. Казеїн, що міститься в молоці, утворює з важкими металами нерозчинні солі, що виводяться з організму, тому молоко є протиотрутою. Молочні продукти широко використовуються як лікувальний засіб при інтоксикації організму отрутними продуктами життєдіяльності гнильної мікрофлори.

17.3. Хімічний склад молока

Молоко являє собою складну полідисперсну систему. Дисперсним середовищем у ній є вода (83 – 89 %), дисперсною фазою – жир, білки й інші компоненти (17 – 11 %), яких нараховується більше ста.

Хімічний склад молока непостійний. Він залежить від природи худоби, періодів лактації тварин, умов їхньої годівлі і утримання та інших факторів.

Молочний жир представлено переважно змішаними тригліцеридами. Він відрізняється від інших жирів значним вмістом (7,4 – 9,5%) низькомолекулярних летючих жирних кислот – масляної, капронової, капрілової, капрінової – і одночасно низьким вмістом (5%) біологічно цінних поліненасичених жирних кислот: лінолевої, ліноленової, арахідонової.

Молочний жир утворює в неохолодженому молоці емульсію, в охолодженому – суспензію. Його температура плавлення 27 – 34°C, тобто нижче температури тіла людини. Це сприяє практично повному засвоєнню жиру молока.

Молочний жир супроводжують ліпоїди – жироподібні речовини: фосфатиди і стерини. Фосфатиди – це складні ефіри гліцерину, високомолекулярних жирних кислот і фосфорної кислоти. Вони забезпечують стійкість жирової емульсії молока.

Ергостерин під дією ультрафіолетових променів набуває властивостей антирахітичного вітаміну (ергокальцій феролу). Холестерин регулює обмін солей кальцію і фосфорної кислоти. Ліпоїди відіграють важливу роль у клітинному обміні, сприяють кращому засвоєнню жиру організмом, беруть участь у процесах згортання крові (кефалін).

Білки молока знаходяться у виді колоїдного розчину і представлені казеїном, сироватковими білками (альбуміном, глобуліном) і білками оболонок жирових кульок. У їхній склад входять незамінні амінокислоти – триптофан, фенілаланін, лізин, валін, треонін, метіонін і інші.

На частку казеїну приходить близько 80 % загального вмісту білків у молоці. Казеїн у молоці знаходиться у виді казеїната кальцію, зв'язаного з колоїдним фосфатом кальцію. Кальцій, що утворює кальцієві мостики у глобулі казеїну, виконує важливу функцію при агрегації колоїдних частин казеїну, при його сичужному або кальцієвому осадженні.

Коагулює казеїн при рН 4,6 – 4,7. Сироваткові білки, відокремлювані при цьому, за вмістом незамінних і сіркоутримуючих амінокислот цінніші, ніж казеїн.

Вуглеводи в молоці представлені на 90 % дісахаридом лактозою (молочний сахар, з моносахаридів найбільша кількість глюкози і галактози). Солодкість лактози в 5 – 6 разів менша, ніж сахарози.

При нагріванні молока вище 90°C лактоза утворює з вільними амінокислотами з'єднання – меланоїдини, що додають продуктові темний відтінок, специфічний неприємний смак, знижують його біологічну цінність, оскільки в цій реакції бере участь в основному незамінна амінокислота лізин. При нагріванні понад 160°C лактоза карамелізується, надаючи розчинові коричневе забарвлення.

Лактоза є необхідним компонентом молочнокислого бродіння. Під дією ферментативного комплексу молочнокислих бактерій лактоза в результаті тривалого ряду проміжних змін зброджується, утворюючи молочну кислоту, стерин, вуглекислоту, масляну кислоту й

інші продукти в залежності від виду застосованих бактерій. Хлібопекарськими дріжджами лактоза не зброджується.

Мінеральні речовини представлені в молоці великою номенклатурою. Калій і натрій містяться в молоці у вигляді молекулярних і частково іонізованих розчинів хлористих, фосфорнокислих і лимоннокислих солей; кальцій і магній – головним чином у вигляді колоїдних розчинів фосфорнокислих і лимоннокислих солей. Солі кальцію мають важливе значення не тільки для харчування людини, а й для процесів переробки молока, оскільки наявність кальцію є необхідною умовою сичужного згортання молока при виготовленні сирів. Кальцій і фосфор містяться в молоці в оптимальному співвідношенні, що забезпечує їхнє оптимальне засвоєння.

Молоко і молочні продукти для дитячого харчування нерідко збагачують солями заліза, оскільки цього елемента в молоці недостатньо.

В основному в молоці є ферменти трьох класів: окислювально-відновні, гідролази, трансферази. Усього з молока виділено двадцять ферментів, основна частина яких попадає в молоко з молочної залози. Інші ферменти утворюються в молоці при розкладанні мікрофлори.

Молоко містить жиророзчинні вітаміни (А, D, Е, К й ін.) та водорозчинні (В, РР, С й ін.). Вміст вітамінів у молоці протягом року змінюється, залежить він від безлічі інших факторів: природи й умов утримання тварин, періоду лактації, а також умов зберігання й теплової обробки молока.

Колір молока обумовлений наявністю β -каротину, жовто-зелений колір сироватки обумовлений наявністю пігменту лактофлавіну.

17.4. Фізико-хімічні властивості молока

Властивості молока обумовлені його хімічним складом і фізико-хімічними показниками якості.

До фізичних властивостей молока відносяться щільність, температури кипіння і замерзання, в'язкість, поверхневий натяг, осмотичний тиск й ін.

Щільність молока знаходиться в межах $1,027 - 1,032 \text{ г/см}^3$ у залежності від змісту основних компонентів: жиру, білків, сахарів і солей. Щільність – один з показників натуральності молока.

Температура кипіння молока $100,2^\circ\text{C}$, замерзання – у середньому $-0,54^\circ\text{C}$. Питома теплоємність молока при 15°C – $3,9 \text{ кдж/(кг}\cdot\text{K)}$, при 60°C – $3,8 \text{ кдж/(кг}\cdot\text{K)}$. Теплопровідність незбираного молока при $0 - 2^\circ\text{C}$ і 20°C дорівнює відповідно $1,446$ і $1,785 \text{ кдж/(кг}\cdot\text{K}\cdot\text{год)}$.

Динамічна в'язкість молока при 20°C складає $1,1 - 2,5 \text{ МПа}\cdot\text{с}$, тобто в $1,6 - 2,1$ рази більше, ніж в'язкість води. Молоко – тиксотропна система, здатна до зміни в'язкості при деформації (при перемішуванні в'язкість зменшується) і відновлення колишньої величини в стані спокою.

Поверхневий натяг молока завдяки наявності в структурі поверхнево-активних речовин (фосфатиди, жирні кислоти, білкові речовини оболонки жирових кульок і інші) приблизно в $3,5$ рази нижче, ніж у води. Тому при переливанні молоко піниться.

Осмотичний тиск молока обумовлений розчиненими в ньому сахарами і солями, складає в середньому $0,66 \text{ МПа}$.

Хімічні властивості визначають титруєма й активна кислотності – найважливіші показники якості молока і молочних продуктів.

Титруєма кислотність молока обумовлена сумою органічних кислот і кислореагуючих речовин (казеїн), що є у свіжому молоці й утворюються в результаті життєдіяльності мікрофлори в процесі зберігання. Виражають титруєму кислотність у градусах Тернера.

Під градусом Тернера розуміють кількість (см^3) $0,1\text{N}$ розчину гідроксиду натрію (калію), яка потрібна для нейтралізації 100 см^3 молока. Кислотність свіжого молока – $16 - 18^\circ\text{T}$, активна кислотність (pH) свіжого молока – $6,5 - 6,7^\circ\text{T}$.

Важливою характеристикою молока є відсутність кореляції між титруємою і активною кислотністю. Обумовлюється це буферністю молока, що додають молоку фосфати і цитрати, що містяться в ньому, і особливо білкові речовини.

Титруєма кислотність молока нарастає в процесі зберігання швидше, ніж активна, оскільки продукти взаємодії кислот з білковими речовинами і солями слабо дисоціюють на іони і показник pH змінюється незначно.

Буферність молока – один із основних факторів, що обумовлює одержання кисломолочних продуктів і сиру.

17.5. Асортимент молока і молочних продуктів

Молокозаводи випускають молоко в такому асортименті: пастеризоване, пряжене, білкове (щільність 1,036, кислотність до 25°Т, жирність 2,5 і 1%), вітамінізоване молоко (додають вітамін С), віталакт-ДМ (жирність 3,6%; щільність 1,036, збагачене сироватковими білками, поліненасиченими жирними кислотами, складними сахарами, вітамінами, залізом); стерилізоване (жирність 3,2%, зберігається протягом 2 місяців) та багато інших видів з наповнювачами. До асортименту молочних продуктів входять: вершки до 35% жирності, сметана, сир, ряжанка, вершкове масло, тверді сири, згущене молоко, сухе молоко. Вторинні молочні продукти: казеїн, молочний цукор – лактоза, сироватка – сирна, підсирна – використовується у хлібовипіканні.

17.6. Первинна обробка молока

Свіжездоєне молоко має бактерицидні властивості. Завдяки наявності таких бактерицидних речовин, як лактенин – 1, лактенин – 2, лізоцим і поверхнево-активний лецитин, вони затримують розвиток бактерій. Бактерицидні речовини термолабільні. При нагріванні протягом однієї години при 55°С або протягом 20 хвилин при 70°С сире молоко втрачає свої бактерицидні властивості.

Період, протягом якого в молоці не розмножуються бактерії, називається бактерицидною фазою. Тривалість бактерицидної фази залежить від кількості бактерій у молоці, температури його зберігання, а також від індивідуальних властивостей тварин. Це може бути і дві години (37°С), і сорок вісім годин (0°С).

17.7. Механічна обробка молока

Усе молоко, що надходить на молочні підприємства, обов'язково проходить очищення від домішок, що попадають у нього в період доїння. Для цього застосовують фільтри або відцентрові молокоочишувачі.

У залежності від способу обробки молока розрізняють механічну і хімічну фільтрацію (рис. 17.3). Для механічної фільтрації молока використовують фільтри різних конструкцій – пластинчасті, дискові, циліндричні.

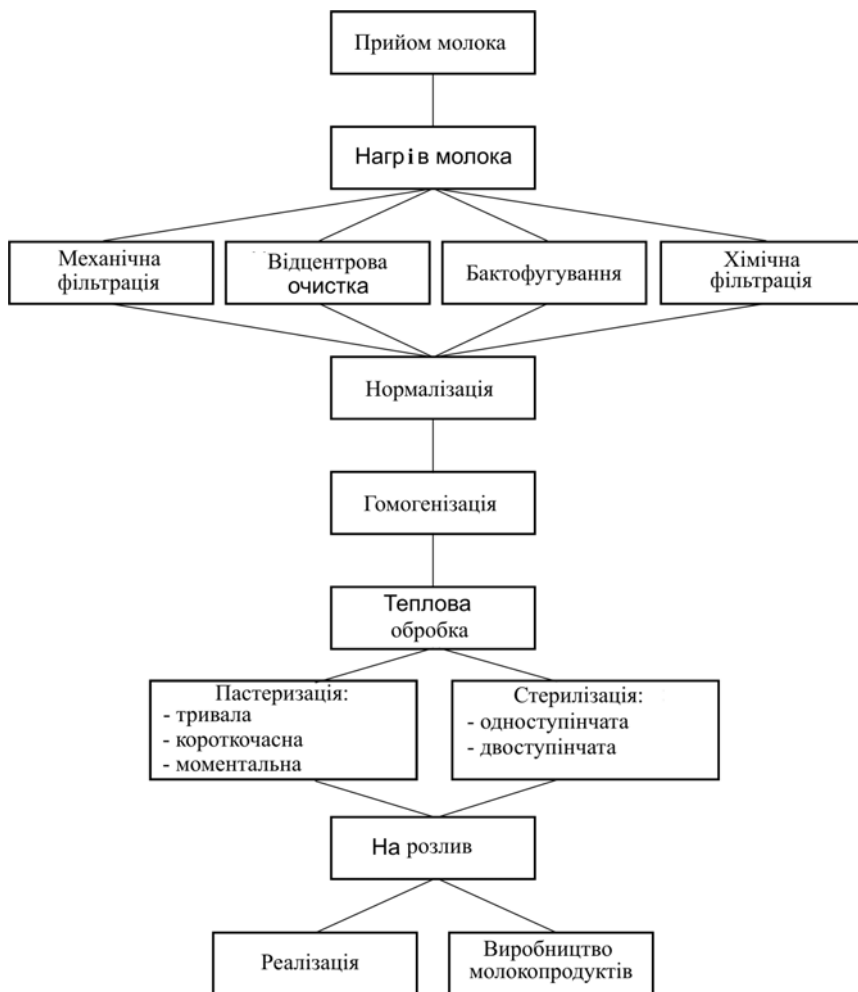


Рис. 17.3. Функціональна схема технології молока.

Перед фільтрацією молоко рекомендується підігріти до температури 35 – 45°C в підігрівнику або в секції регенерації пластинчастого пастеризатора. Це необхідно, по-перше, тому, що холодне молоко має підвищену в'язкість і повільніше піддається фільтрації. По-друге, жирові кульки в такому молоці тверднуть, утворюючи купки і погано проходять через фільтруючу тканину, швидко її забиваючи.

Молоко насосом подається у фільтр і під тиском проходить через щільну фільтруючу тканину (фланель, байку, лавсан), залишаючи на ній частки домішок.

Механічна фільтрація не забезпечує повного очищення молока, оскільки цей спосіб дозволяє виділити з молока тільки великі частки механічних забруднень. Крім того вона має істотні недоліки: допоміжні операції займають 30% робочого циклу (підготовка установки до роботи, промивання і розвантаження фільтру від осаду); молоко, що надходить у фільтр, у процесі очищення контактує із забрудненнями, відкладеними на фільтруючій тканині попередніми порціями.

Для хімічного очищення молока використовують спеціальні апарати-іонообмінники. У них молоко фільтрується через шар іоніту (іонообмінні смоли). Іонообмінні смоли поглинають різні іони, у результаті чого змінюється мінеральний склад молока і воно здобуває нові властивості. При такому очищенні зменшується в кілька тисяч разів число бактерій. Іонообмінні смоли можна використовувати для знезаражування молока від радіоактивних речовин.

Ефективність іонного обміну залежить від ряду факторів: температури молока, швидкості і напрямку потоку молока в колоні, співвідношення між смолою і молоком, рН-середовища, концентрації елементів, що видаляються, та ін.

Найбільш ефективний спосіб очищення молока від зважених механічних домішок засновано на використанні відцентрової сили. У молочній промисловості його здійснюють у сепараторах-очисниках.

Однак відцентрове очищення молока призводить до зміни дисперсності жиру, що при виробництві багатьох молочних продуктів украй небажано.

При бактофугуванні одночасно з механічними домішками з молока видаляється більша частина мікроорганізмів. Бактофуги діють за принципом відцентрових очисників, відрізняючись від них більш високою швидкістю обертання барабана (більш 16000 об/хв), великою

кількістю і розміром тарілок. Особливо легко видаляються спороподібні організми і їхні спори. Однак бактофугування не виключає наступної пастеризації або стерилізації молока, тому що окремі види мікроорганізмів (у тому числі і патогенні), щільність яких дорівнює або менша щільності молока, не можуть бути виділені з молока під дією відцентрової сили.

17.8. Теплова обробка молока

Теплова обробка молока – обов’язкова технологічна операція у виробництві різних молочних продуктів, що є іноді основною (наприклад, при виробленні пастеризованого молока).

Молоко являє собою прекрасне живильне середовище для розвитку мікроорганізмів. Розмноження мікробів приводить до зміни складу і властивостей молока. Крім цього через молоко можуть передаватися різні захворювання (туберкульоз, тиф, дизентерія, бруцельоз, холера, дифтерія і інші). Температура – один з головних факторів, що впливають на життєдіяльність мікроорганізмів. Змінюючи її, можна створити сприятливі або несприятливі умови для їхнього розвитку.

У молочній промисловості широко використовують два основних види теплової обробки молока – пастеризацію і стерилізацію.

Пастеризацією називається спосіб теплової обробки молока в інтервалі від 63°C до температури, близької до точки кипіння.

Мета пастеризації – знищити велику частину звичайної мікрофлори і всю патогенну мікрофлору при максимальному збереженні харчової і біологічної цінності молока. Пастеризація дозволяє продовжити термін зберігання молока, а при виготовленні молочних продуктів, що вимагають розвитку спеціальних культур, створює сприятливі умови для їхнього росту.

У процесі пастеризації гинуть тільки вегетативні форми мікрофлори. Спори й окремі теплостійкі бактерії не знищуються. У результаті пастеризації лише знижується їхня активність або затримується проростання.

У промисловості застосовують кілька режимів пастеризації молока. Тривала пастеризація ведеться при температурі 63 – 65°C з витримкою 30 хв., короткочасна – при 72 – 76°C з витримкою 15 – 20 сек і моментальна – при 85°C и вище без витримки.

Установлено функціональну залежність тривалості пастеризації τ від температури T , що виражається рівнянням Дальберга-Кука:

$$\ln \tau = 36,84 - 0,48T, \quad (17.1)$$

де 36,84 і 0,48 – постійні величини.

Режими пастеризації, установлені за цією формулою, гарантують мікробіологічну чистоту молока.

Пастеризоване молоко є основною продукцією міських молокозаводів. На них молоко пастеризують в автоматичних пластинчастих пастеризаційно-охолоджуючих установках при температурі 76°C ($\pm 2^\circ\text{C}$). Температура пастеризації постійно фіксується самописним термографом і регулюється автоматично.

Пастеризоване молоко, пройшовши секції розсолного і водяного охолодження, при температурі 4 – 6°C надходить у проміжний резервуар, з якого направляється на розлив. Перед розливом вироблений продукт перевіряють на відповідність вимогам стандарту. Розлив молока роблять або в скляні пляшки ємністю 0,5; 1 л., або в тару разового споживання – пакети з полімерним покриттям і поліетиленові пакети – на автоматичних лініях й ін.

Тара, у якій випускається пастеризоване молоко, обов'язково маркується. На алюмінієвих або інших кришках пляшок, на пакетах, етикетках і бирках для фляг і цистерн тисненням або фарбою, що незмивається, наносяться позначення: найменування підприємства-виготовлювача, повне найменування продукту, обсяг у літрах (на пакетах), число і день випуску, роздрібна ціна, номер нормативного документа.

Стерилізацією називається теплова обробка молока понад 100°C. При цьому знищуються не тільки вегетативні форми мікроорганізмів, а й їхні спори, і молоко стає зовсім безпечним для життя людини.

Виробництво стерилізованого молока може здійснюватися по двох схемах: з одноступінчастим і двоступінчастим режимами стерилізації.

У першому випадку молоко стерилізується при температурі 130 – 150°C з витримкою 2 – 3 сек. Після охолодження до 20 – 22°C воно надходить у буферну ємність, а потім в асептичних умовах його розливають у тару разового споживання.

Відомі два типи теплообмінних установок для стерилізації, що розрізняються способами нагрівання молока в потоці: передача тепла молоку від пари, що гріє, через стінку – пластинчасті апарати, трубчасті типу «труба в трубі» – і в результаті безпосереднього контакту пари з молоком (пароконтактний спосіб).

При пароконтактному способі пара інjektується у потік молока або ж струмінь молока впорскується в ємність із сухою парою. Цей спосіб вимагає асептичних умов розливу.

У порівнянні з пастеризованим стерилізоване молоко має більш високу стійкість і витримує тривале зберігання й транспортування навіть без охолодження.

17.9. Нормалізація і гомогенізація молока

Ціль нормалізації молока – одержувати молоко необхідної концентрації по жирності. Суть процесу складається в додаванні до первинного молока розраховану кількість або більш жирного молока (вершків), або, навпаки, менш жирного молока в залежності від жирності первинного молока. Нормалізація молока, як правило, здійснюється в потоці на сепараторах-нормалізаторах.

Ціль гомогенізації молока – стабілізувати жирову емульсію шляхом механічного здрібнювання жирових кульок до розміру 1 – 2 мкм, усунути відстоювання жиру в молоці і молочних продуктах при зберіганні і сквашуванні.

У промисловості для гомогенізації молока застосовують спеціальні апарати-гомогенізатори, що являють собою плунжерні насоси високого тиску (15 – 20 МПа). При ході плунжера створюється високий тиск, у результаті чого молоко з величезною швидкістю продавлюється через щілину з камери гомогенізатора. Жирові кульки при цьому дробляться на більш дрібні, їхня питома поверхня багаторазово збільшується. Тертя між жировими кульками і рідиною зростає, а різниця щільностей жирових кульок і плазми значно зменшується. Тому жирові кульки втрачають здатність підніматися на поверхню і рівномірно розподіляються по всій масі молока. Таким способом досягається гомогенність, тобто однорідність молока.

Виробничі схеми можуть розрізнятися черговістю процесів гомогенізації і пастеризації. У санітарному відношенні доцільно проводити гомогенізацію перед пастеризацією.

ГЛАВА 18.

ТЕХНОЛОГІЯ ВЕРШКОВОГО МАСЛА

18.1. Загальна характеристика і класифікація

Вершкове масло являє собою концентрат молочного жиру, що має найвищу серед природних жирів поживну і біологічну цінність. У маслі знаходиться не менше 82,5 % жиру, не більше 16 % води і 1,5 % солі, 1–1,9 % СЗМЗ (сухого знежиреного молочного залишку). Калорійність масла складає близько 32652 кДж/кг при середній засвоюваності жиру 97 % і сухих речовин плазми 94,1 %. Біологічна цінність масла доповнюється наявністю в ньому жиророзчинних вітамінів А, Д, Е, якими особливо насичене літнє масло, а також водорозчинних В₁, В₂ і С. Підприємства молочної промисловості виробляють близько п'ятнадцяти видів масла (табл.18.1), що розрізняються за хімічним складом, смаком, ароматом й ін. Залежно від складу одержуваного продукту і його технології різні види масла можна розбити на три групи:

1) масло з вершків молока – солодковершкове (солоне і несолоне), вологодське, кисловершкове (солоне і несолоне), любительське (солоне, несолоне, солодковершкове, кисловершкове), дієтичне, масло з наповнювачами (зміст жиру в ньому знижується до 52–76 %), селянське масло (підвищена кількість вологи до 25 %, солодко- і кисловершкове);

2) масло з вершків сироватки, воно може бути солодко- і кисловершкове, солоне і несолоне, а також використовуватися як сировина для витоплювання чистого жиру;

3) масло, яке пройшло теплову або механічну обробку, – топлене (виробляється перетоплюванням масла-сирцю або низькосортного збірного масла й містить не менш як 95 % молочного жиру), молочний жир (отриманий зневоднюванням і рафінуванням з повною відсутністю плазми), відновлене (отримане емульгуванням молочного жиру з плазмою і подальшою механічною обробкою), стерилізоване, пастеризоване (з високожирних вершків, розфасованих у металеву тару, що піддають відповідно стерилізації і пастеризації).

18.2. Сировина для виробництва вершкового масла

Основною сировиною в маслоробстві є тільки натуральне свіже молоко, бактеріально чисте, що не має механічних домішок, позбавлене смакових й інших недоліків. Крім того, до молока пред'являються специфічні вимоги, що стосуються стану жирової фази, її хімічного складу. Чим вище жирність молока, тим більше вихід масла і менші відходи жиру зі знежиреним молоком і пахтою, тобто краще ступінь використання жиру. Важливе значення має величина жирових кульок. Дрібні жирові кульки діаметром до 1 мкм здебільшого залишаються в знежиреному молоці і пахті; великі, відносна поверхня яких менша, швидше дестабілізуються і повніше входять до складу масляного зерна, у цілому прискорюючи процес маслоутворення.

Таблиця 18.1. Фізико-хімічні властивості основних видів вершкового масла

Вид масла	Кислотність плазми, °Т не більше	Зміст, %, не більше		
		води	жиру	солі
Вершкове несолене	—	16	82,5	—
Вологодське	—	16	82,5	—
Вершкове солоне	—	16	81,5	1,5
Любительське вершкове	—	20	78,0	—
Топлене	—	1	98,0	—
Селянське				
Солодковершкове несолене	23	до 25	72,5	—
Солоне	23	до 25	71,0	1,5
Кисловершкове несолене	50	до 25	72,5	—
Вершкове бутербродне				—
Солодковершкове	22	35,0	61,5	—
Кисловершкове	55	35,0	61,5	—

Біологічна цінність, товарні властивості і зберігання масла, а також технологічні режими його виробництва в значній мірі визначаються хімічним складом молочного жиру. До гліцеридів молочного жиру входять понад 150 жирних кислот. Більш ніж половина жирних кислот представлені в молочному жирі в концентраціях менш 0,1 %, а їхній загальний вміст складає 1 % (табл. 18.2).

Таблиця 18.2. Масовий вміст основних жирних кислот у молочному жирі, %

Кислоти	Вміст	
	влітку	взимку
Насичені низькомолекулярні:		
масляна	0,18 – 0,62	0,49 – 1,171
капронова	1,42 – 1,74	1,75 – 2,5
капрілова	1,09 – 1,44	1,44 – 1,71
капрінова	2,4 – 3,34	2,84 – 3,61
Усього низькомолекулярних насичених	5,46 – 7,6	7,61 – 10,8
Насичені високомолекулярні:		
лаурінова	2,96 – 3,81	3,22 – 4,21
мірістинова	11,47 – 12,31	10,98 – 12,97
пальмітинова	26,29 – 28,03	27,37 – 33,8
стеаринова	9,11 – 10,46	6,43 – 9,81
Усього високомолекулярних насичених	57,47 – 59,66	58,31 – 65,09
Ненасичені:		
олеїнова	25,3 – 28,89	18,35 – 27,88
лінолева	2,62 – 3,69	1,93 – 2,62
ліноленова	0,90 – 2,43	0,52 – 0,87
Усього ненасичених	33,1 – 36,3	25,88 – 33,80
Жиринокислотний показник	1,34 – 1,47	1,39 – 1,84

Жиринокислотний показник виражає відношення кількості високомолекулярних насичених жирних кислот, що утримуються в жирі, до суми низькомолекулярних насичених і ненасичених.

Величина жиринокислотного показника характеризує технологічні властивості молочного жиру: чим нижче жиринокислотний показник, тим більш легкоплавкий жир.

Різні сполучення жирних кислот утворюють велику кількість гліцеридів молочного жиру: 93–98 % тригліцеридів і близько 0,2 %

моноглицеридів, переважно різнокислотних, 0,3–1,5 – диглицеридів і близько 0,2 % моноглицеридів. У складі молочного жиру визначено 25–31 % тринасичених триглицеридів; 44–45 % – мононасичених, 21–25 % – дієнасичених і 3–5 % – трієнасичених. Більшість триглицеридів являє собою сполучення однієї низькомолекулярної кислоти і двох високомолекулярних. Від змісту жирних кислот, сполучення і розміщення їх у триглицеридах залежить фракційний склад і фізико-хімічні властивості молочного жиру – температура плавлення і твердіння, ступінь і характер отвердіння й ін.

До основної сировини варто віднести вершки, що повинні бути однорідними за жирністю і якістю.

При коливаннях жирності вершків, щоб уникнути погіршення консистенції масла і підвищеного відходу жиру в пахту, треба змінювати технологічні і технічні умови збивання, а це порушує вимоги стандартизації технологічних процесів.

Оптимальну жирність вершків обирають залежно від способу виробництва і виду вироблюваного масла. При цьому виходять з вимоги забезпечити найменший відхід жиру в обрат й сироватку і найкращу консистенцію масла при максимальному скороченні витрат часу, робочої сили й енергії на одиницю вироблюваного продукту.

До додаткових видів сировини варто віднести пігменти рослинної фарби орлеан, сіль і різні наповнювачі: порошок какао, ваніль, мед, цукор й ін.

Фарба орлеан виробляється з насіння рослини *Bixa orleana*. Ця фарба розчиняється в рослинних маслах і являє собою маслянисту рідину інтенсивно жовтогарячого кольору з червонуватим відтінком. Вона не повинна давати осадку і мати вади запаху.

Для осінньо-зимового періоду використовують фарбу середньої інтенсивності в кількості 0,5–0,95 мл на 1 кг жиру вершків, а зимово-весняного – 1–1,5 мл. Розраховану кількість фарби додають в масло-виготовлювач безпосередньо перед збиванням вершків.

Сіль додає маслу помірно солоний смак, а також підвищує його стійкість при низьких позитивних температурах зберігання. Розчиняючись в плазмі масла, вона підвищує її осмотичний тиск (до 5 МПа), що приводить до плазмолізу (відділення від оболонки вмісту клітини) бактеріальних клітин. Більшість гнильних мікроорганізмів припиняють свій ріст при концентрації розсолу в межах 7–10 %,

мікроорганізми, що розчиняють жири, – 10–15 %, молочнокислі бактерії і молочна плісень – 15–20 %, плісені і дріжджі – 20–25 %.

Припустима кількість солі, що не робить негативного впливу на смак продукту, складає 1,5 %; улітку, коли температура зберігання може підвищитися, вносять 1–1,2 %, узимку – 0,8–1 %.

При виробленні масла з наповнювачами останні вносяться в масловиготовлювач при обробці масла. Наповнювач додають для надання маслу того або іншого смаку. Однак масло з наповнювачами не допускається затримувати на заводі більш двох днів, тому що якість його погіршується швидше, ніж звичайного вершкового масла.

Радіус доставки основної сировини на підприємство залежить від потужності заводу, якості доріг і транспортних засобів. Для сучасних масловиробних підприємств він складає до 20–40 км, але при концентрації виробництва економічно вигідно його розширити до 140 км.

Для доставки сировини в основному використовуються молочні цистерни, однак з невеликих ферм молоко може доставлятися автотранспортом у флягах.

Широко використовується кільцевий збір молока, при якому автотистерна об'їжджає пункти по кільцевому маршруті у строго встановлений час, починаючи рейс із найбільш віддалених точок.

Для запобігання бактеріального псування сировини молоко і вершки перед відправленням на завод прохолоджують до 10 °С. Улітку варто запобігати їх нагріванню, узимку – замерзанню, тому під час перевезення сировини у флягах їх покривають ізоляційними чохлами і матами. Щоб вершки під час транспортування не збивалися, улітку фляги і цистерни заповнюються цілком до кришки, а взимку – на три чверті ємності цистерни і до горловини фляги.

Молоко і вершки повинні надходити на завод у строго визначений час. Графік надходження складають з таким розрахунком, щоб забезпечити рівномірне завантаження прийомного цеху і не допустити затримки доставленої сировини.

При надходженні молока і вершків на підприємство насамперед перевіряють цілісність пломб, а також стан фляг і цистерн. Після їхнього розкриття сировину відразу ж перевіряють на запах, розмішують і відбирають пробу для органолептичної оцінки. Потім заміряють температуру і відбирають проби для визначення кислот-

ності, жирності, щільності, а при необхідності – проби на забруднення, редуктазу і для мікробіологічних досліджень. За даними аналізів майстер маслоробного цеху і лаборант сортують вершки.

18.3. Способи виробництва масла

Існують два основних методи виробництва вершкового масла: збивання вершків у масловідділювачах періодичної і безперервної дії та перетворення високожирних вершків.

Перший спосіб

Принципова схема виробництва масла шляхом збивання вершків у масловиготовлювачі (рис.18.1).

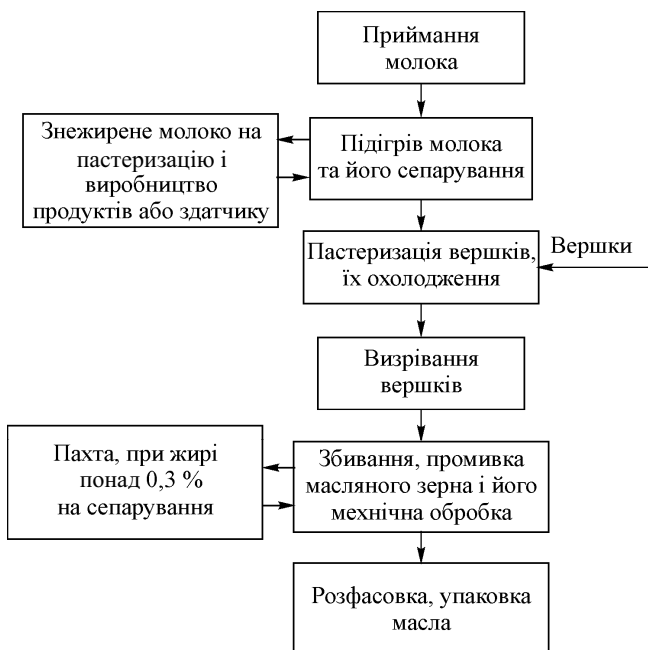


Рис. 18.1. Функціональна схема виробництва масла шляхом збивання вершків у масловиготовлювачі.

При виготовленні масла методом збивання сировина, що надходить на завод, насамперед проходить лабораторну перевірку, сортується і зважується на вагах (1) або за допомогою молоколічильника. Прийняте молоко зливається в прийомний бак (2), відкіля насосом (4) подається в пластинчастий підігрівник (5) (рис.18.2). Підігріте до температури сепарування молоко надходить у сепаратори (6). Вершки із сепаратора, а також ті, які надходять із сепараторних відділень, направляються в проміжний бачок (7), відкіля насосом (8) перекачуються в пластинчасту пастеризаційну установку (9). Охолоджені вершки надходять у ванни (танки) (10), де їх витримують для фізичного дозрівання. При виробництві кисловершкового масла в цій же ванні сквашують вершки.

Знежирене молоко із сепаратора направляється в пластинчастий пастеризатор (5), а відтіля в цех додаткової продукції або в бак для повернення здавачам.

Підготовлені до збивання вершки самопливом або під напором насоса (11) надходять в масловиготовлювач (13), у якому послідовно відбуваються збивання вершків, промивання масляного зерна і його механічна обробка.

Готове масло вивантажують з масловиготовлювача і за допомогою верстата (14) набивають у ящики. У лінію може входити також маслonaбивна або маслоформуєча машина. Упакований продукт передається в маслосховище.

Масловиготовлювачі періодичної дії громіздкі, споживають багато енергії і недосконалі в санітарно-гігієнічному відношенні. В даний час усе ширше застосовуються установки з масловиготовлювачами безперервної дії. Лінії з такими масловиготовлювачами бувають різної продуктивності – від 1000 до 12000 кг/год.

Мета пастеризації вершків у процесі виробництва масла шляхом їхнього збивання – це максимальне знищення мікрофлори і руйнування ферментів ліпази, пероксидази, протеази і галактази, що прискорюють псування масла, крім цього, вершки здобувають специфічний смак і аромат.

Жир має низьку теплопровідність і повільно прогрівається, завдяки чому мікроорганізми, які знаходяться на поверхні жирових кульок, частково захищені від впливу високих температур. Тому вершки пастеризують при більш високих температурах, ніж молоко. Залежно

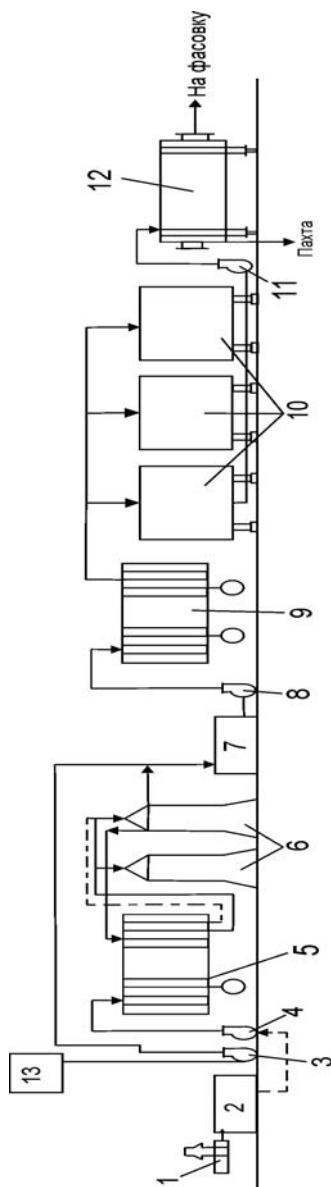


Рис. 18.2. Технологічна схема виробництва масла способом періодичного збивання вершків:
 1 – терези; 2 – прийомна ванна; 3, 8, 11 – насоси для вершків; 4 – насос для молока; 5 – пластинчастий пастеризатор для підігріву молока; 6 – сепаратори; 7 – проміжна ємність; 9 – пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка для вершків; 10 – універсальні ванни (танки) для дозрівання вершків; 12 – масло-виготовлювач; 13 – приймач для вершків.

від жирності вершків і виду вироблюваного масла температура пастеризації вершків коливається в межах 85–96 °С. Термостійкі ферменти молока (галактаза і ліпаза бактеріального походження) інактивуються при температурах вище 85 °С.

Залежно від методу й умов пастеризації ефективність знищення мікрофлори у вершках складає 98–99,9 %. Найбільш ефективна пастеризація в пластинчастих пастеризаторах, де вершки рівномірно прогріваються в тонкому пласті. Пастеризовані вершки швидше збиваються, але при цьому трохи збільшується зміст жиру в пахті.

Після пастеризації вершки швидко прохолоджують у потоці до температури, нижчої точки твердіння молочного жиру (2–8 °С). Швидке охолодження вершків перешкоджає розвитку залишкової мікрофлори і витоплюванню жиру, сприяє збереженню набутих при пастеризації смаку й аромату, інтенсифікує твердіння жиру при наступному їхньому фізичному дозріванні.

Проте одне тільки охолодження вершків не забезпечує ще одержання масла досить твердої консистенції. Тому перед збиванням охолоджені вершки необхідно якийсь час витримати. Така витримка названа в маслоробстві фізичним дозріванням, створює умови для переводу частини жиру у твердий стан і сприяє зміні фізико-колоїдних властивостей оболонки жирових кульок. При збиванні вершків, що не пройшли фізичного дозрівання, виходить мазеподібне, з дуже м'якою консистенцією масло при великому відході жиру в пахту. У процесі фізичного дозрівання близько половини жиру в жирових кульках твердне, перетерплюючи складні фазові зміни. Частка отверділого жиру у відсотках до загальної його кількості називається ступенем твердіння жиру. Фазові зміни являють собою сукупність перетворень, що протікають у молочному жирі при його охолодженні або нагріванні: зміна агрегатного стану, утворення твердих розчинів у різних поліморфних модифікаціях, утворення евтектик, рекристалізація, полімерні перетворення.

Твердіння жиру і його фазові перетворення впливають на процеси маслоутворення, а саме формування структури і консистенції вершкового масла.

Режими фізичного дозрівання вершків обирають залежно від хімічного складу жиру і технологічних властивостей жиру, їхніх сезонних і кліматичних коливань. Необхідно також урахувувати вплив різних факторів на фазові перетворення гліцеридів молочного жиру.

Збивання вершків у масло являє собою дуже складний колоїдно-хімічний і фізико-механічний процес, нерозривно зв'язаний з поверхневими явищами.

Весь процес маслоутворення можна розбити на три стадії. На першій стадії з жирових кульок знімаються оболонки. Кульки, що зберегли оболонку, переважно переходять у пахту, і тільки невелика їхня частина попадає в плазму масла. На другій стадії жирові кульки за допомогою рідкого жиру злипаються спочатку в пучки і грудочки, а потім у зерна масла. На третій стадії окремі зерна в процесі обробки поєднуються в моноліт масла.

Сутність процесів, що відбуваються при маслоутворенні, різні дослідники трактують по-різному.

Розбіжності між окремими теоріями обумовлені тим, що механізм цих процесів залежить від багатьох факторів – методу й умов вироблення масла, жирності вершків і ступеня їхнього фізичного дозрівання, способу впливу (механічного, колоїдно-хімічного, термічного), застосовуваного для одержання масла. Залежно від того, які фактори висуваються на перше місце, кожна теорія по-своєму витлумачує процес маслоутворення. Однак жодна з теорій не дає вичерпної відповіді на питання, як з жирових кульок у результаті механічного впливу виходить масло, як при збиванні формується його структура, які при цьому відбуваються фізико-хімічні і колоїдні процеси.

Виключення довготривалого фізичного визрівання вершків і концентрування їх сепаруванням до жирності масла дозволяє провести увесь цикл отримання кисловершкового масла безперервно-поточним методом при значному зменшенні виробничих площ (рис.18.3).

Вершки середньої жирності (32–36 %), що отримані звичайним способом, пастеризують у трубчатому пастеризаторі 3 і подають на сепаратор для високожирних вершків 6, де їх жирність доводять до жирності масла (82,5–83 %). Для організації безперервного сепарування встановлюють три сепаратори. Високожирні вершки з сепараторів надходять до ванни з мішалкою 7, де їх нормалізують до стандартної жирності. До лінії входять три ванни, що наповнюються вершками за чергою, тому безперервність потоку не порушується. Нормалізовані вершки насосом-дозатором 10 подають у циліндричний масловиготовлювач 11, де вони у тонкому пласті охолоджуються, пе-

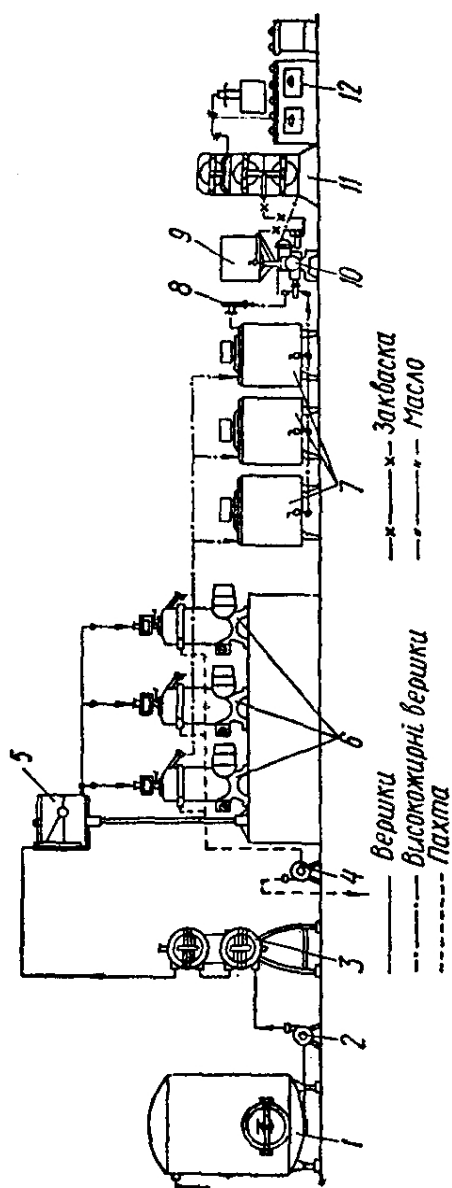


Рис. 18.3. Технологічна схема виробництва кислотовершкового масла з високожирних вершків на поточній лінії:

1 — танк для вершків; 2 — насос для вершків; 3 — трубчастий пастеризатор; 4 — насос для пахти; 5 — напірний бак; 6 — сепаратори; 7 — ванни для нормалізації; 8 — запобіжний клапан; 9 — бачок для закваски; 10 — насос-дозатор; 11 — трьохциліндровий масловиготовлювач; 12 — терези і транспортер.

ремішуються і поступово перетворюються в масло, яке витікає безперервно до ящика і швидко ущільнюється. Готовий продукт пакують і відправляють до маслосховища.

Для покращання консистенції продукту процес перетворення високожирних вершків у масло можна розділити на три стадії: 1) швидке охолодження високожирних вершків при інтенсивному перемішуванні у циліндричному охолоджувачі; 2) витримка охолоджених вершків у кристалізаторі без перемішування і 3) механічна обробка, де проходить структурування масла.

При виробництві масла масловичоготовлювачем періодичної дії використовуються переважно безвальцові металеві апарати різної форми – циліндричні, конусні, кубічні, грушоподібні. Внутрішні стінки мають лускато-шорсткувату поверхню, що дозволяє утримувати вологу, кути і ребра в них закруглені. Над масловичоготовлювачем установлюється труба з отворами для зрошення апарата водою потрібної температури залежно від вимог технологічного процесу, що дозволяє регулювати температуру збивання й обробки.

У масловичоготовлювачах проходить збивання вершків, промивання масляного зерна, посолка й обробка масла.

Підготовлені вершки при оптимальній температурі збивання, що є основним фактором, який обумовлює тривалість збивання, відхід жиру в пахту і консистенцію масла (взимку 12–14 °С, влітку 8–11 °С), подаються в масловичоготовлювачах самопливом або насосом, або пневматично. Люки закривають і пускають його у роботу на нормальній швидкості збивання. У перші п'ять хвилин його один-два рази зупиняють, щоб випустити гази, що виділяються при перемішуванні вершків. Збивання в циліндричних масловичоготовлювачах триває 30–40 хв, з постановкою зерна розміром 3–4 мм, у конусних і кубічних 50–60 хв, розмір зерна 3–6 мм. Ступінь використання жиру повинна бути не нижче 99,3 %.

Пахту з високим вмістом жиру (>0,3 %) можна сепарувати. Отримані при сепаруванні пахти вершки рекомендується збивати разом зі звичайними, оскільки одні пахтяні вершки збиваються дуже повільно і з низьким ступенем використання жиру.

Ступінь використання жиру визначається за формулою:

$$I = \frac{(C \cdot Ж_{\text{в}} - П \cdot Ж_{\text{п}} / 1,032) \cdot 100}{C \cdot Ж_{\text{в}}}, \quad (18.1)$$

де I – ступінь використання жиру, %; C – кількість вершків, кг; $J_{\text{в}}$ – жирність вершків, %; P – кількість пахти (визначають за різницею мас вершків і масла), кг; $J_{\text{п}}$ – жирність пахти, кг/м³; 1,032 – щільність пахти, кг/м³.

При промиванні масляного зерна водою поверхнева пахта, багата живильними речовинами для мікробів, видаляється, завдяки чому підвищується стійкість масла при зберіганні. Високодиспергована пахта, що знаходиться усередині зерна, не відмивається, але вона недоступна для мікроорганізмів.

З промивною водою видаляються смакові й ароматичні речовини плазми, внаслідок чого послаблюються смак і аромат масла. Крім того, плазма масла має антиоксидні властивості. Тому промивання масла виправдане тільки для бактеріально забруднених вершків і у випадку зберігання при температурах, близьких до позитивних. Якщо ж масло вироблене з першосортної сировини при ретельному дотриманні санітарно-гігієнічних умов, плазма добре диспергована і володіє високою антиоксидною здатністю, то промивати його немає необхідності. У цьому випадку промивання зерна заміняють зрошенням його промивною водою.

При позитивних температурах зберігання, коли на перше місце висуваються бактеріальні фактори псування, промивання сприяє кращому зберіганню масла. І навпаки, непромите масло за умов негативних температур здатне зберігатися довше, ніж промите.

Вода, застосовувана для промивання, повинна бути цілком доброякісною (прозорою і бактеріально чистою) і відповідати вимогам, що ставляться до питної води. Воду, що не відповідає цим вимогам, виправляють спеціальною обробкою.

При промиванні хлоровану воду вливають у масловичотворювач у кількості, що складає приблизно 50–60 % маси вершків, так, щоб усе зерно було оточено водою, і витримують його в ній близько 3 хв. Масловичотворювачу дають 3–4 оберти (на швидкості збивання), після чого промивну воду видаляють. Зрошення проводять при відкритих кранах для стоку пахти і продовжують його до виходу прозорої води. Температуру промивної води встановлюють рівною температурі збивання.

Для соління використовують високосортну сіль вакуумного вироблення з розміром кристалів до 0,8 мм. Вона повинна мати чистий білий колір і в 5 % розчині – чистий солоний смак без гіркоти.

Соління роблять або сухою сіллю, або у виді розсолу; краще використовувати насичений розчин (на 1 кг солі 2,7 л гарячої води).

Механічна обробка масла проводиться для одержання пласту однорідної консистенції, регулювання змісту вологи і диспергування її до мінімальних розмірів. У масловиготовлювачах періодичної дії масло обробляється за допомогою вальців або лопотів, а в масловиготовлювачах безперервної дії – шнеками. У безвальцьових масловиготовлювачах масло при обертанні бочки піднімається лопотами або стінками, а потім падає вниз і спресовується, вдараючись об стінки. При падінні з лопот пласт перевертається і таким чином переміщується. Перші 5–8 хв обробка ведеться при закритих кранах. У міру з'єднання зернин у суцільний пухкий пласт відкривають спускні крани і, не зупиняючи бочку, випускають вологу. Коли волога перестане виділятися, масловиготовлювач зупиняють, відбирають з різних точок пласту середню пробу і визначають зміст вологи. За результатами аналізу розраховують недостатню кількість рідини і вносять її в масловиготовлювач. Подальшу обробку ведуть при закритих кранах до повної вробки вологи й одержання масла нормальної консистенції і структури з гарним вологорозподілом. Обробка після відділення вологи триває 10–15 хв. Потім готове масло виймають через люк.

У процесі обробки масла водна фаза і структура масла змінюються. У цьому відношенні весь процес можна розділити на три стадії (рис.18.4).

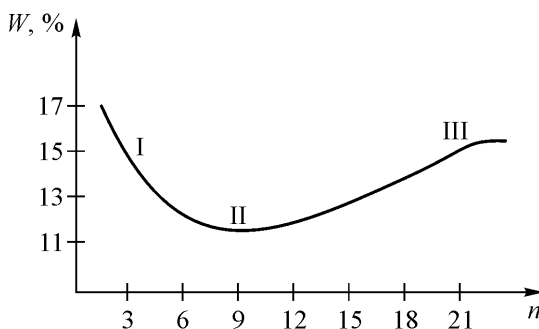


Рис. 18.4. Крива вробки вологи у масло (W – кількість вологи у маслі;
 n – кількість обертів масловиготовлювача).

На першій стадії зерна поєднуються в пухкий пласт. Поверхнева волога стікає і випресовується з масла, від чого зміст її знижується до 11–12 %. Момент, що відповідає мінімальному змістові води, називається критичним. Під дією окремих вальців масло стає більш м'яким і вологоємним і знову починає вбирати воду.

На наступній стадії зміст води в маслі поступово збільшується, причому одночасно відбуваються два процеси: випресовування вологи і вробки її в масло. Кількість води, що виділилася на початку цієї стадії, врівноважується тією вологою, що вробляється в масло, але надалі розм'якшення масла підсилюється і вробка води починає переважати над віджиманням. Одночасно великі водяні краплі дробляться на дрібні, котрі легше утримуються маслом.

На третій стадії обробки значно підвищується вологоємність масла, внаслідок чого помітно збільшується вробка води і майже цілком припиняється її випресовування. Відбувається також посилення диспергування водяників краплі. Зі збільшенням числа віджимок кількість великих крапель води знижується і за їхній рахунок утворюється тонкодиспергована волога.

Тривалість кожної стадії обробки залежить від кількісного складу і фазового стану жиру, консистенції зерна, температури і факторів механічного впливу. У циліндричних безвальцових масловиготовлювачах обробка триває 15–25 хв влітку і 30–50 хв взимку.

З циліндричних масловиготовлювачів масло вивантажують у спеціальні візки з високими бортами, що підставляють під люк масловиготовлювача. Вивантаження масла з масловиготовлювача можна також робити пневматично. Для цього у кінці обробки температуру масла підвищують до 18–20 °С і в бочку нагнітають стиснене повітря з тиском 0,02 МПа, під дією якого розм'якшене масло легко витісняється через кран для спуску пахти. При такому вивантаженні продукт містить менше повітря, не порушується безперервність його жирової фази, розвантаження здійснюється швидше.

Другий спосіб

Принципи і способи перетворення високожирних вершків у масло розроблені радянськими вченими і знайшли широке застосування у вітчизняному маслоробстві. Виробництво масла цим методом

може здійснюватися двома основними безупинно-потокowymi способами: термомеханічною обробкою вершків у вакуум-камері з наступною їхньою механічною обробкою. Обидва способи передбачають попереднє концентрування жиру у вершках сепаруванням (до 82,5 % за першим способом і 76–78 % – за другим). З технологічного процесу виключаються тривалі процеси фізичного дозрівання вершків і утворення масляного зерна.

Увесь цикл вироблення масла методом перетворення високожирних вершків можна розділити на три основних фізико-колоїдних процеси:

- одержання високожирних вершків;
- охолодження вершків і отвердіння триглицеридів молочного жиру в жирових кульках;
- руйнування оболонок жирових кульок і утворення масла.

Два останніх процеси в масловиготовлювачах з мішалкою відбуваються одночасно, у вакуум-масловиготовлювачах – роздільно. Спосіб відрізняється простотою. Процес виготовлення масла триває кілька хвилин.

18.4. Розфасовка, упакування і зберігання готового продукту

Перед відправленням у реалізацію з метою запобігання продукту від забруднення і впливу зовнішніх факторів, а також для додання йому товарного виду масло розфасовують і упаковують. Від вигляду і якості упакування залежить стійкість масла при зберіганні, його стійкість до впливу зовнішніх умов. Вершкове масло упаковують у дерев'яні і картонні шухляди по 25,4 і 20 кг, масло з наповнювачами – по 10 і 20 кг; топлене масло розфасовують у бочки місткістю 50 і 100 кг, а також у скляні банки по 0,5 кг; консервні види масла зберігають у жерстяних банках.

Бочки для зберігання масла виготовляють з чистоструженої букової клепки. Деревина бука легка, міцна, має малу гігроскопічність і стійкість до пліснявіння. Крім букової, можна використовувати ялинову, осикову, березову і липову клепку. Для ящиків використовують гладко вистругані сухі дошки з витриманої ялини і ялиці, а також доброякісну тришарову березову або вільхову фанеру, склеєну казеїновим клеєм. Внутрішні стінки бочок перед розфасовкою покривають ка-

зеїновим клеєм, а ящики вистилають пергаментом марки А, що, відповідно зі стандартом, повинен бути масло- і водонепроникним, володіти високою механічною міцністю, не містити миш'якових з'єднань і солей важких металів.

Масло, призначене для швидкої реалізації, розфасовують брикетами по 100, 200, 250 і 500 м на маслорозфасовочних машинах, що формують масло, розрізають його на бруски відповідної стандартної маси і загортають у пергамент або кашировану алюмінієву фольгу на пергаменті марки В. Припустиме відхилення в масі при розфасовці складає 1 %. Бруски укладають у картонні ящики, які заклеюють.

ГЛАВА 19.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СИРУ

19.1. Загальна характеристика. Види сирів

Сир як харчовий продукт відомий із найдавніших часів. Згадування про нього зустрічаються в багатьох стародавніх сказаннях, легендах і рукописних джерелах, що дійшли до наших часів. Це дозволяє зробити висновок, що історія сироваріння нараховує вже кілька тисячоліть.

Свою появою сир зобов'язаний, очевидно, звичайній випадковості. Древні скотарі для збереження рідин, а також і молока, використовували шкіри й шлунки тварин. А останні є джерелом ферментів – сичугового, пепсину та інших, що згортають молоко. Молоко, налите у свіжий, погано промитий шлунок, згорталось, ставало непридатним до вживання і викидалось разом з «поганою» посудиною. При сприятливих умовах сироватка, що виділилася із сичугового згустку, висихала, а згусток перетерплював ферментативні перетворення (дозрівання) і набував органолептичних властивостей продукту, що називається сиром.

Сир – один із найпоживніших продуктів. У його склад входять усі необхідні людині речовини: білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мінеральні солі, причому ці елементи в складі сиру засвоюються організмом майже цілком. За своєю поживністю сир значно перевершує м'ясо, рибу, яйця і хліб (табл. 19.1).

Таблиця 19.1. Порівняльна характеристика деяких харчових продуктів

Продукти	Хімічний склад, %				Калорійність 100 г продукту, кДж
	вода	білки	жири	вуглеводи	
Сир костромський	40	25	29	2	1507
М'ясо (яловичина І категорії)	60	14	9	—	565
Риба (судак)	40	10	0,5	—	188
Хліб пшеничний	37	8	0,8	53	1047

Найбільшу цінність у сири складають білки. Вони включають увесь комплекс амінокислот, необхідних людині, у тому числі і незамінних (триптофан, фенілаланін, метіонін, лізин, валін, треонін, ізолейцин і лейцин), що не синтезуються в організмі і повинні надходити з їжею. Крім того, у сири в значних кількостях міститься багато вітамінів. Найціннішим компонентом сиру є солі кальцію. Необхідність у кальції відчувають люди в усьому світі, проблема руйнування кісткової речовини нерозривно зв'язана зі станом екології. Тим більше це відноситься до післячорнобильської України. Тому сир є незамінним і обов'язковим компонентом харчового раціону людини. Фізіологічна норма споживання сиру повинна складати 6,5 кг на людину в рік.

Світовий асортимент натуральних сичугових сирів нараховує кілька сотень найменувань. На сьогодні відсутня їх чітка класифікація. Проте, існує кілька головних видів сиру – тверді (швейцарський, голландський і ін.), напівтверді (самопресові – латвійський, каунаський, клайпедський і ін.), м'які (любительський, рокфор і ін.), розсільні (бринза, лиманський і ін.) та плавлені.

19.2. Сировина для сироваріння

Основною сировиною в сироварінні є коров'яче молоко, хоча для виготовлення деяких видів (бринзи, рокфору) можна застосовувати й овече молоко.

Якість сиру залежить від якості молока в набагато більшому ступені, ніж будь-якого іншого молочного продукту. У сир можна переробляти молоко тільки I сорту. Крім того, у сироварінні до молока висувають специфічні вимоги, пов'язані з його здатністю до сичугового згортання, біологічною повноцінністю та ін.

Коротко розглянемо головні вимоги, що пред'являють до молока при виробленні сиру.

Молоко повинно бути отримане від здорових корів, що утримуються в нормальних умовах. Будь-яке захворювання тварин (туберкульоз, ящур, бруцельоз і ін.) через молоко – сир передається людині; крім цього, призводить до зміни складу і властивостей молока, роблячи його найчастіше цілком несироварним.

Неправильний, однобічний кормовий раціон, у якому переважає силос, жом, коренеплоди, барда, призводить до зниження в молоці

вмісту білка, підвищення вмісту молочного сахару, а також сприяє обміненню його шкідливою мікрофлорою (особливо маслянокислими бактеріями).

Молоко повинно мати нормальні органолептичні показники: чисті, властиві молоку смак і запах, нормальну консистенцію і колір.

До переробки на сир допускається тільки натуральне нефальсифіковане молоко з нормальним хімічним складом, що визначає його технологічні властивості. Кращим для сироваріння є літнє молоко, найбільш несприятливим – весняне і стародойне (наприкінці лактації).

Молоко має бути бактеріально чистим. Не можна допускати попадання в молоко особливо шкідливої для сироваріння газоутворюючої мікрофлори (кишкової палички, дріжджів, маслянокислих бактерій).

Молоко повинно добре згортатися сичуговим ферментом. У практиці сироваріння молоко розділяють на дві основні групи: таке, щонормально згортається під дією сичугового ферменту, і таке, що погано згортається. Сичугове згортання молока обов'язково перевіряють для кожної сировиробної ванни окремо, тому що при цьому визначають потрібну дозу сичугового ферменту.

Молоко повинне бути біологічно повноцінним. У сироварінні під біологічною повноцінністю молока розуміють властивості його як середовища для розвитку молочнокислих бактерій. Ця властивість молока залежить, з одного боку, від вмісту в ньому поживних і стимулюючих розвиток мікроорганізмів речовин, і з іншого, – речовин, що затримують їхній ріст і біохімічну активність.

До додаткової сировини варто віднести кухонну сіль, бактеріальну закваску, хлористий кальцій, калійну селітру і сирну фарбу.

Хлористий кальцій попередньо розчиняють у воді: 1 кг солі в 1,5 л води, виготовлюючи приблизно 40%-ний розчин. Точний зміст солі в розчині встановлюють за його щільністю.

Як ферментний препарат застосовують сичуговий порошок, що одержують у результаті відповідної обробки (висалюванні й екстракції) шлунків (сичугів) підсисних телят і ягнят. Екстракт сушать, розмелюють і, змішуючи з кухонною сіллю, доводять до визначеної здатності, до згортання, тобто 1 г сичугового порошку повинний згортати 100 кг молока при температурі 35 °C за 40 хв.

19.3. Загальна характеристика окремих стадій

Технологічний процес виробництва натуральних сичугових сирів складається з таких, послідовно виконуваних операцій (рис.19.1).

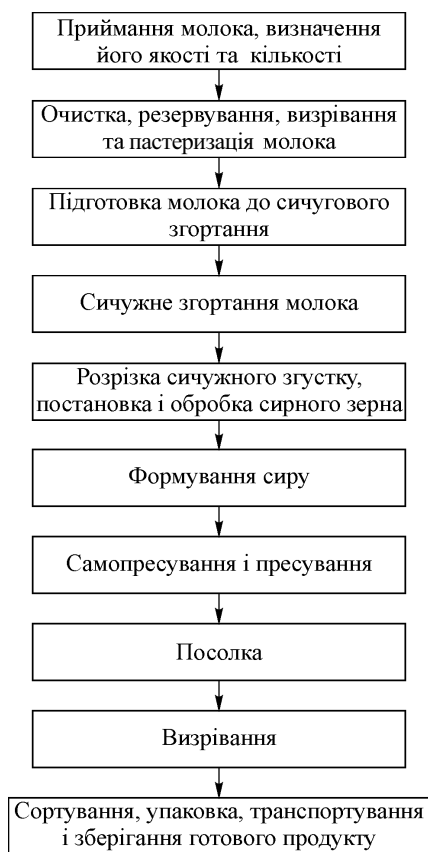


Рис. 19.1. Функціональна схема виробництва натуральних сичугових сирів.

Більшість операцій на сучасних сировиробних заводах цілком механізовано. Очищення молока можна не виділяти в окрему стадію, а поєднати з процесом нормалізації по жиру.

На сучасних сировиробних заводах за зміну переробляють від 25 до 200 т молока. При цьому виробництво сиру ведеться повсюдно потоковим методом. Щоб забезпечити безперебійну роботу заводу, необхідно мати достатній запас (резерв) молока. З цією метою заводи оснащуються термоізованими танками, загальна ємність яких відповідає добовій виробничій потужності заводу.

Молоко, що направляється на резервування, прохолоджують до 6–8 °С і після цього подають у танк. Зберігати молоко при нижчій температурі (4–5 °С) небажано, тому що це призводить до погіршення його технологічних властивостей (зниження сичугового згортання, уповільнення зневоднювання сирного зерна й ін).

Свіже молоко (парне) непридатне для вироблення сиру. Якийсь час воно зберігає бактерицидні властивості, тому молочнокислі бактерії в ньому розвиватися не мо-

жуть. Крім того, у свіжому молоці солі кальцію знаходяться переважно в нерозчинному стані й адсорбовані білковими частками, що сповільнює утворення згустка. Тому парне молоко піддають дозріванню – тривалій (протягом 12–16 год) витримці при температурі 8–12 °С.

Свіже молоко в період бактерицидної фази не є цілком стерильним. У ньому, хоча і повільно, розвиваються різні організми (мікрококи, дріжджі та ін.). Вони мають підвищену протеолітичну активність, тому в результаті їхньої життєдіяльності в молоці збільшується вміст амінокислот, що сприяє створенню кращих умов для розвитку надалі молочнокислих бактерій. Останні зброджують молочнокислий сахар до молочної кислоти, що вступає в реакції з фосфорно- і лимоннокислими солями кальцію. У результаті утворюються солі молочної кислоти, добре розчинні у воді. Молочна кислота відщеплює частину кальцію, зв'язаного з білком (який представлений в основному казеїнкальційфосфатним комплексом), переводячи його в розчинний молочнокислий кальцій.

Зріле молоко додають у кількості 15–25 % до загальної маси молока, що переробляється.

В даний час на великих сировиробних заводах дозрівання молока не проводять. На ці заводи молоко надходить з великих територій, і воно встигає дозріти під час транспортування. Крім того, часткове дозрівання відбувається в процесі резервування молока.

Для того, щоб одержати сир необхідної жирності, вхідне молоко необхідно попередньо нормалізувати по жиру, додавши в нього відповідно пастеризоване знежирене молоко або пастеризовані вершки.

У сирі стандартний зміст жиру виражають по відношенню не до загальної маси, а до маси сухої речовини. Це пояснюється тим, що кількість вологи, що утримується в зрілому сирі, не піддається точному регулюванню.

Ціль пастеризації сирого молока – знищення шкідливої мікрофлори, що міститься в ньому. Пастеризацію проводять на пластинчастих установках при температурі 71–72 °С з витримкою 20–25 с, а при високому ступені бактеріального обсіменіння молока – при температурі 74–76 °С. Термічна обробка молока знижує його сиропридатність. Тому в сироварінні бажано застосовувати інші методи звільнення молока від мікрофлори. Найбільш перспективним вважається бактеріофугування молока на спеціальних сепараторах – бактеріофугах.

У процесі пастеризації знищується не тільки шкідлива, а й корисна молочнокисла мікрофлора, необхідна для вироблення і дозрівання сиру, тому цю мікрофлору вносять у молоко після пастеризації у вигляді бактеріальної закваски.

У сироварінні застосовують в основному два види заквасок. До складу заквасок для сирів з низькою температурою другого нагрівання входять мезофільні молочнокислі стрептококи: гомоферментативні (кислотоутворюючі) – *Str. lactis*, *Str. cremoris*, а також гетероферментативні (ароматоутворюючі) – *Str. diacetylactis*, *Str. paracitrovorus*, *Str. acetoinicus*, *Str. citrovorus*.

До складу заквасок для сирів з високою температурою другого нагрівання входять термофільні молочнокислі палички – *L. lactis* і *L. helveticum*.

Крім зазначених бактеріальних культур при виробленні деяких видів сирів застосовують і інші види мікрофлори.

На сировиробних заводах бактеріальну закваску готують із сухих препаратів, якими підприємства забезпечуються в централізованому порядку. Спочатку готується первинна (материнська) закваска, з неї – вторинна (пересадна) і, нарешті, виробнича.

Кількість внесеної в молоко закваски залежить від виду сировини (вироблюваної), ступеня зрілості молока і його технологічних властивостей. Додають закваску в молоко після нормалізації його по жиру.

Для збільшення в молоці вмісту іонів кальцію і тим самим для забезпечення нормального його сичугового зсідання в молоко додають хлористий кальцій з розрахунку 10–40 г безводної солі на 100 кг молока, вводять хлористий кальцій у вигляді водного розчину.

Для стримування розвитку в сирі шкідливої газоутворюючої мікрофлори (кишкової палички і молочнокислих бактерій) у молоко вносять іноді хімічно чистий азотнокислий калій (калійну селітру) або азотнокислий натрій у кількості 10–30 г на 100 кг молока. Дія селітри, що пригнічує шкідливу мікрофлору, пов'язана з перетворенням нітрату в нітрит. Атомарний кисень, що виділяється при цьому, пригнічує розвиток і біохімічну діяльність шкідливої мікрофлори.

При виробленні сиру в зимовий і весняний періоди, коли в молоці знижується вміст барвних речовин, зокрема каротину, рекомендується застосовувати спеціальну сирну фарбу (аннато). Її вносять у вигляді 3 % розчину з розрахунку 5–10 мл на 100 кг молока. Фарба додає сиру світло-жовтий колір, властивий літньому молоку.

Температура сичугового згортання молока залежить від виду вироблюваного сиру і для твердих сичугових сирів складає 32–34 °С. При виробленні м'яких сичугових сирів для збільшення тривалості цього процесу сичугове згортання здійснюють при більш низькій температурі – 28–30 °С.

Сичугове згортання молока здійснюється за рахунок внесення в молоко спеціального сичугового ферментативного препарату (сичугового порошку). Тривалість згортання встановлюють залежно від виду сиру. Для твердих сичугових сирів вона складає 25–30 хв, для м'яких – від 40 до 90 хв. Кількість внесеного сичугового порошку складає 2,3–2,5 г на 100 кг молока, перевищувати зазначену норму не рекомендується. При необхідності йдуть шляхом поліпшення умов, що сприяють згортанню, а саме, збільшують дозу хлористого кальцію і бактеріальної закваски, підвищують температуру згортання.

Розрахункову кількість сичугового порошку за 10–15 хв до вживання розчиняють у теплій воді (30–35 °С). Після внесення порошку молоко ретельно перемішують протягом 3–5 хв і після цього дають спокій до утворення сичугового згустка достатньої міцності.

У зв'язку зі збільшенням виробництва сирів сичуговий порошок стає усе більш дефіцитним. Тому робляться спроби замінити цей препарат. Найбільш близький до сичугового ферменту за здатністю, що зортає, пепсин, який добувається зі шлунків дорослих тварин. Однак через його підвищену протеолітичну активність, що викликає утворення деяких вад у готовому продукті (наприклад гіркий смак), пепсин у чистому виді в сироварінні не застосовують. Водночас у суміші із сичуговим порошком очищений яловичий пепсин цілком придатний для вироблення сичугових сирів. Ця суміш ферментів зараз широко застосовується в сировиробній промисловості.

Фізико-хімічна сутність сичугового згортання молока дотепер остаточно не розкрита. Відповідно до однієї з теорій, що найбільше повно обґрунтовує цей процес (проф. П.Ф. Д'яченко), сичугове згортання молока проходить у дві стадії.

На першій стадії під дією сичугового ферменту в молекулі казеїну відбувається розрив фосфоамідних зв'язків (між амініними групами деяких амінокислот і гідроксильними групами фосфорної кислоти). При цьому гідроксильні групи звільняються, а казеїн переходить у параказеїн.

Друга стадія – це з'єднання гідроксильних груп фосфорної кислоти, що звільнилися, з іонами кальцію. Кожен іон кальцію зв'язує

дві гідроксильні групи, послідовно з'єднуючи таким способом молекули параказеїну в довгі ланцюги. Внаслідок цього процесу утворюється сичуговий згусток.

Метою обробки сичугового згустка, а потім і сирного зерна є зневоднювання. Для цього згусток розрізають, дроблять і отримане сирне зерно вимішують. Для прискорення зневоднювання проводять друге нагрівання. У результаті такої обробки сирного зерна виділяється сироватка – водна фаза, в яку переходять і розчинені в ній речовини – молочний цукор, молочна кислота, мінеральні солі й ін. Жирові кульки в основній своїй масі утримуються в петлях строми (казеїнових ланцюжках), залишаючись у сирному зерні. У сироватці утримується невелика частина жиру 0,4–0,6 %.

Одночасно зі зневоднюванням при обробці сирного зерна продовжується молочнокисле бродіння, що супроводжується утворенням молочної кислоти, унаслідок чого підвищується кислотність сироватки.

Згусток розрізають привідними ножами-мішалками, що обертаються з мінімальною швидкістю. Після розрізання згустку для зручності роботи видаляють частину сироватки (20–30 % від маси молока, що переробляється). Потім оберти ножів збільшують і дроблять згусток до потрібних розмірів.

Величина сирного зерна залежить від виду сиру і може коливатися від 2–3 мм (швейцарський сир) до 10–15 мм (м'які сири). Величина сирного зерна поряд з кислотністю середовища і температурою визначає швидкість його зневоднювання.

Тривалість розрізки і постановки сирного зерна складає 15–20 хв, після чого сирне зерно вимішують. Для запобігання подальшому дробленню зерна (згустку) ножі-мішалки заміняють лопатними мішалками. Ціль цієї стадії обробки – подальше зневоднювання зерна і забезпечення нормального розвитку молочнокислого процесу. Тривалість вимішування складає 20–30 хв.

Термін «друге нагрівання» застосовується за традицією з тих часів, коли сир вироблявся в котлах з вогневим обігрівом. «Першим нагріванням» тоді вважалося досягнення температури сичугового згортання молока (32–34 °C), а «другим» – підвищення температури вмісту казана на стадії обробки сирного зерна.

Основне призначення другого нагрівання – прискорення зневоднювання сирного зерна за рахунок підвищення його температури. Температура другого нагрівання залежить від виду сиру і може коли-

ватися від 36–38 °С (напівтверді сири) до 56–58 °С (швейцарський сир), м'які сири виробляють без другого нагрівання.

Друге нагрівання (сирного зерна) проводять за рахунок пуску пари в парову оболонку сировиробної ванни або додавання у ванну гарячої води. Тривалість цієї операції складає 15–20 хв.

Після другого нагрівання сирне зерно знову вимішують. При цьому відбувається його подальше зневоднювання. Його проводять з таким розрахунком, щоб забезпечувалося одержання сиру з заданим вмістом вологи. Закінчення обробки сирного зерна визначається його фізичним станом (сухістю, клейкістю і міцністю) і встановлюється за органолептичною пробою. Для цього сирне зерно стискають у руці і потім розтирають його між долонями. При гарній обробці зерна моноліт, що утворився при стисканні, відразу ж розпадається на окремі зерна.

Вміст вологи контролюють у свіжому сирі вже після пресування, з урахуванням цього показника при наступних виробленнях.

Після закінчення обробки сирного зерна приступають до формування сирів. Формування можна проводити двома основними способами: із пласту і наливом (насіпом).

Формування із пласту застосовують для сирів, у яких потрібно одержати правильний, рівномірний малюнок. У формувальну ванну або формувальний апарат насосом разом із сироваткою подається сирне зерно. Після заповнення ємності сирному зерну дають можливість осісти на дно, сироватку видаляють, а сирну масу протягом 10–15 хв піддають помірному пресуванню (підпресовці). За цей час сирні зерна поєднуються в міцний моноліт – сирний пласт. Пласт розрізають на шматки потрібних розмірів і поміщають у пресувальні форми.

Наливом або насіпом формують сири, в яких необхідний пустотний, кутастий малюнок (угличський, російський, а також усі напівтверді і м'які сири). Сирне зерно із сироваткою насосом подають на вібраційне (похиле) сито (лоток) або в перфорований обертовий циліндр, розташований з ухилом. Після відділення сироватки сирне зерно зсипається в розташовані під апаратом пресувальні форми, установлені на роликовому транспортері. При цьому у формах між зернами залишаються повітряні пустоти, що і визначають характер малюнка в сирі.

Після заповнення пресувальних форм сирній масі дають спокій на 30–40 хв – піддають самопресуванню. У цей період продовжується розвиток молочнокислого процесу і подальше зневоднювання сирної маси. Якщо сирну масу відразу після формування помістити під прес,

то утвориться замкнута поверхня, що перешкоджає виділенню сироватки. Тому операція самопресування є обов'язковою і її не слід надмірно скорочувати, особливо для сирів, що формуються наливом, коли в сирній масі багато вільної (міжзернової) сироватки.

Наприкінці самопресування сири маркують казеїновими або пластмасовими цифрами, вказуючи дату виготовлення і номер вироблення. Потім їх загортають у серветки з бязі або міткалю, укладають у пресувальні форми, закривають кришками і направляють на пресування. Пресування проводять з метою утворення замкнутого поверхневого пласту, ущільнення сирної маси і видалення залишків міжзернової сироватки.

Тривалість пресування і величина тиску залежать від виду сиру. Для більшості сирів з низькою температурою другого нагрівання вони відповідно складають 90–120 хв і $(0,29-0,39) \cdot 10^5$ н/м². Тиск при пресуванні підвищують поступово від $0,098 \cdot 10^5$ н/м² на початку до повного значення на заключній стадії. Цим запобігається видавлювання сирної маси через зазори між стінкою пресувальної форми і кришкою, а також забезпечується краще видалення міжзернової сироватки.

Пресування повинно відбуватися в теплому приміщенні при температурі повітря не нижче 20–22 °С, щоб уникнути швидкого охолодження поверхні сиру, що різко погіршує утворення добре замкнутого поверхневого пласту.

Замкнута поверхня на сирі при пресуванні утворюється завдяки дренажним властивостям серветки. Вона сприяє видаленню сироватки з міжзернових просторів на поверхні сиру, в результаті чого окремі зерна погано прилягають одне до одного і зрощуються.

Сири солять декількома способами: сухою сіллю, соляною пудрою й у розсолах. Ці способи можна комбінувати. Найбільш раціональний спосіб – соління в розсолі. Температура розсолу повинна складати 10–12 °С, концентрація – не нижче 20 %, кислотність – не вище 35 °Т.

Зберігається розсіл у бетонованих басейнах. При солінні сир завантажують у посолочні контейнери (етажери), що опускають у розсіл. Переміщують контейнери в горизонтальному і вертикальному напрямках за допомогою кранів-штабелерів або тельферів.

Рівномірність концентрації і температури розсолу в різних частинах солильного басейну підтримується за рахунок циркуляції розсолу. Для цього його відцентровим насосом по трубопроводу подають з одного кінця

басейну в інший. По шляху, якщо це необхідно, розсіл прохолоджують на пластинчастому або зрошувальному охолоджувачі.

При солінні сиру відбуваються два фізико-хімічних процеси: дифузія солі в сир і осмотичний перенос вологи (сироватки) із сиру в розсіл. Перший здійснюється за рахунок різниці концентрацій кухонної солі, а другий – різниці тисків у розсолі і сирній масі. Обидва ці процеси протікають одночасно, вони протилежно спрямовані і взаємообумовлені.

На швидкість цих процесів впливають різні фактори і, в першу чергу, – концентрація розсолу. З її підвищенням дифузія солі в сир прискорюється, але при цьому прискорюється і зворотний процес – осмотичний перенос вологи із сиру в розсіл. Між цими процесами існує складна взаємодія, тому концентрацію солі намагаються підтримувати у межах 18–20 %.

Швидкість фізико-хімічних процесів при солінні зростає також з підвищенням температури. Однак на практиці цей фактор не використовують для інтенсифікації процесів, тому що температура розсолу має, крім того, великий вплив на розвиток у сирах мікробіологічних процесів, особливо зв'язаних з життєдіяльністю шкідливої газоутворюючої мікрофлори. Тому соління ведуть при порівняно низькій температурі (10–12 °C), а при високому обміненні сирів шкідливою мікрофлорою – навіть 5–6 °C .

Кухонна сіль проникає в сир через його водяну фазу. Отже, чим вищий вміст вологи в сирі, тим більша швидкість дифузії солі в сир. Тому для забезпечення вмісту солі в костромському сирі в межах 2,3–2,4 % тривалість його соління повинна складати: при початковій вологості 41 % – 7 діб; 43 % – 5; 46 % – 3; 48 % – 2 доби за інших рівних умов. Тривалість соління необхідно встановлювати для кожної партії окремо з урахуванням початкового вмісту вологи (після пресування), у протилежному випадку одні сири можуть бути пересоленими, інші – недосоленими, що однаково небажано.

У сироватці, що виділяється із сиру, міститься молочний цукор, молочна кислота і сироваткові білки (альбумін і глобулін), у результаті чого підвищується кислотність розсолу. На процес соління і якість сиру підвищення кислотності мало впливає. Однак при тривалому використанні розсолу в ньому може виявитися багато білкових і інших органічних речовин, що створює умови для розвитку солестійкої гнильної мікрофлори. Тому при досягненні розсолом кислотності 35 °T його рекомендується

профільтрувати через лавсанову тканину, нейтралізувати мілкокристалічною крейдою або вапном і пропастеризувати при температурі 80–85 °С. Заміняють розсіл новим зазвичай один раз у рік.

На швидкість фізико-хімічних процесів великий вплив має ступінь замкнутості поверхневого пласту і структура (щільність) сирної маси. За весь період соління пресованих сирів, що формуються із пласту, сіль проникає в них тільки на глибину 2–2,5 см. Рівномірний розподіл солі у всій масі сиру досягається не раніш, ніж через 1,5 місяця. Самопресовані сири, що формуються насипом або наливом, з незамкнутою поверхнею і пористою сирною масою мають швидкість дифузії солі значно вищу, ніж пресовані за інших рівних умов.

При солінні поверхневий пласт сиру зневоднюється, сирна маса в цьому пласті стає твердою, малоеластичною. Навіть незначна деформація сиру в цей період супроводжується утворенням тріщин на його поверхні. Тому з сиром після соління слід бути дуже обережним.

Дозрівання сирів проводиться в спеціальних приміщеннях-сиросховищах, обладнаних пересувними або стаціонарними стелажми. Застосовуються також стелажі-контейнери розміром 1104×898×1235 мм. Такі стелажі мають п'ять полиць і вміщують 300–350 кг сиру. У сиросховищах їх встановлюють у два-три ряди за висотою, а пересувають за допомогою електронавантажувачів.

Залежно від виду сиру, що дозріває, у сиросховищах підтримують визначений температуро-вологий режим. Різні температури і вологість повітря потрібні також на окремих стадіях дозрівання сиру. Тому на сировиробних заводах завжди є кілька приміщень з різними кліматичними умовами. Необхідний режим створюється за допомогою охолоджувальних і нагрівальних батарей, встановлених у сховищах, або за рахунок подачі в приміщення охолодженого чи підігрітого повітря. Тривалість дозрівання залежно від виду сиру може коливатися від декількох діб до шести місяців.

Догляд за сиром при дозріванні спрямований на підтримання його поверхні у певному стані, що залежить від виду вироблюваного сиру. Наприклад, поверхня твердих сирів має залишатися чистою і вільною від поверхневої мікрофлори; при виробництві напівтвердих і м'яких сирів, навпроти, варто створювати умови для розвитку на їхній поверхні слизу і плісень.

Тверді сичугові сири в міру появи на них слизу або цвілі (але не рідше ніж через 10–15 днів) миють у воді, температура якої 30–35 °С. Вимиті

сири піддають тепловій обробці – короточасній витримці протягом 2–3 сек у воді, температура якої 85–90 °С. При цьому знищується поверхнева мікрофлора і, крім того, відбувається незначне витоплювання жиру, що утворює на поверхні сиру тонку плівку. Вона перешкоджає розвитку надалі слизу і цвілі, а також сприяє зменшенню усушки сиру і більш швидкому утворенню сирної кірки. Обробляють сири також сорбіновою кислотою (2,4–гексادیєнова), що являє собою білу кристалічну речовину, погано розчинну у воді, і має виражену здатність пригнічувати розвиток багатьох мікроорганізмів, у тому числі плісень і дріжджів. Водночас вона зовсім нешкідлива для людського організму і широко застосовується для консервування харчових продуктів.

При обробці сорбіновою кислотою поверхню сиру обтирають водним розчином цієї кислоти або наносять на неї сорбіново-вазелинову або білково-сорбінову композицію. Для приготування білково-сорбінової композиції беруть 400 г знежиреного сиру й обрізків сирної маси, ретельно роздрібнюють їх, додають 500 г води, 45 г двозаміщеного фосфорнокислого натрію і плавлять при температурі 90 °С. Наприкінці плавлення в масу додають 20 г кухонної солі, а після охолодження до 25–30 °С вносять 35 г сорбінової кислоти і добре перемішують.

У процесі дозрівання на поверхні сиру поступово утворюється тонкий ороговілий пласт-кірка. Процес цей називається наведенням кірки і триває 30–40 днів. Сир з наведеною кіркою вважається готовим до парафінування. Його миють, ретельно обсушують і гумовим штемпелем за допомогою нешкідливої фарби наносять виробничу марку, де позначаються стандартний зміст жиру в сухій речовині сиру, номер заводу-виготовлювача і скорочене позначення області або краю, де розташований завод.

Для парафінування сирів використовують парафіновий сплав, до складу якого поряд з очищеним білим парафіном входять добавки полімерних еластичних матеріалів (поліетилену, поліізобутилену й ін.). Сплав нагрівають до температури 150–160 °С і з допомогою спеціальних тримачів на 2–3 с опускають у нього сир. На поверхні утворюється тонкий еластичний шар парафіно-полімерного покриття, що відразу ж застигає і надалі міцно утримується на сирі. Парафінування запобігає розвитку поверхневої мікрофлори і сприяє зменшенню усушки сиру.

Догляд за сирами після парафінування полягає в періодичному перевертанні голівок і обтиранні їх сухими серветками.

Перед відправленням на базу сири сортують за датами виготовлення, номерами вироблень і якістю. Якість (сорт) сиру встановлюють на підставі зовнішнього вигляду, записів у технологічному журналі, за допомогою простукування й ін. У сумнівних випадках дозволяється проводити органолептичну оцінку продукту, для чого щупом беруть пробу сиру.

Розсортований сир загортають в обгортковий папір і упаковують у ящики або барабани, що маркірують відповідно до вимог стандарту. Перевозять сири в авторефрижераторах або автомашинах із закритим кузовом. Під час транспортування температура сирів повинна підтримуватися в межах 8–12 °С. Зберігаються сири при температурі 8–12 °С і відносній вологості повітря 85–87 %.

19.4. Біохімічні основи дозрівання сиру

Дозрівання сиру являє собою складний комплекс взаємозалежних мікробіологічних, біохімічних і фізико-хімічних процесів, що протікають у сирній масі. При цьому всі її складові частини (молочний сахар, цукор, жир, мінеральні солі й ін.) зазнають обумовлених перетворень, у результаті яких і формуються органолептичні властивості (показники) зрілого сиру.

Кількість молочного цукру, що переходить у сирну масу, знаходиться в прямо пропорційній залежності від вмісту в ній води (сироватки). Під дією молочнокислих бактерій молочний цукор, що перейшов у сир, перетворюється в молочну кислоту. Перетворення молочного цукру починається з розщеплення ферментом лактазою на складові моносахари – глюкозу і галактозу. Основна маса цих моносахарів зброджується на третій – п'ятий день, причому глюкоза зброджується цілком, а зброджування залишків галактози затягується до 2–3 тижнів.

Продукти, що утворюються при молочнокислому бродінні, відіграють важливу роль при виробленні і дозріванні сиру. Так, молочна кислота вже при дозріванні молока сприяє підвищенню його сиропридатності (збільшенню вмісту розчинних солей кальцію). Накопичення молочної кислоти наближає реакцію молока до оптимальної для згортаючої здатності сичужового ферменту (рН 6–6,2). Крім цього, молочна кислота сприяє прискоренню синерезису білка (довільне зменшення об'єму), а тим самим супроводжується і зневоднюванням сирного зерна.

Від вмісту молочної кислоти залежить також рівень активної кислотності сирної маси – найважливіший фактор, що робить основний вплив на характер розвитку мікробіологічних і біохімічних процесів. Водночас молочна кислота відіграє антагоністичну роль, пригнічуючи шкідливу мікрофлору (гнильну і газоутворюючу). Нарешті, молочна кислота є важливим смаковим компонентом сиру.

Перетворення параказеїну починається з взаємодії з молочною кислотою, а продовжується під впливом протеолітичних ферментів.

Гідроліз білкової молекули здійснюється за рахунок послідовного відщеплення від неї кінцевих амінокислот. Поряд з амінокислотами при цьому утворюються поліпептиди різної структури.

За час дозрівання сиру гідролізові піддається не весь параказеїн, а тільки деяка його частина. Багато речовин з продуктів гідролізу зазнають подальших перетворень.

Продукти, що утворюються при гідролізі білка і подальших перетвореннях, беруть участь у формуванні смаку і запаху сиру.

При дозріванні сиру жир розкладається. Незважаючи на те, що гідролізові піддається лише незначна його частина, процес цей дуже важливий для формування смаку і запаху продукту.

Гідроліз жиру відбувається під дією ферменту ліпази, виділюваного молочнокислими бактеріями і сичувим порошком, що утримується у виробничому препараті. Жир розщеплюється на гліцерин і жирні кислоти. Гліцерин швидко переробляється молочнокислими бактеріями, а жирні кислоти поступово накопичуються в сирі. Низькомолекулярні жирні кислоти (оцтова, масляна) мають специфічний смак і запах, значно впливають на смакові й ароматичні властивості сиру. Високомолекулярні жирні кислоти не мають ні смаку, ні запаху і не беруть участь у формуванні смакових особливостей сиру.

Слід зазначити, що низькомолекулярні жирні кислоти утворюються не тільки при гідролізі жиру, а й у результаті перетворень молочного цукру й амінокислот, що відбуваються в процесі дозрівання сиру.

Усі біохімічні перетворення, що відбуваються при дозріванні сирної маси, обумовлені дією ферментів. Джерелами цих ферментів є в меншій мірі молоко, а в основному виробничий препарат сичувого порошку і мікрофлора, що розвивається в сирі.

Препарати сичувого порошку і молочнокислих бактерій при дозріванні сиру виступають як посилюючі один одного фактори.

ГЛАВА 20

МАТЕРІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ У МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

20.1. Основні рівняння

Загальний матеріальний баланс може бути поданий рівнянням, ліву частину якого складає маса всіх видів сировини і матеріалів, що надходять на переробку, – ΣG_c , а права частина – це маса одержаних продуктів $\Sigma G_{пр}$ та виробничі втрати $\Sigma G_{вт}$:

$$G_c = G_{пр} + G_{вт}. \quad (20.1)$$

Виробничі втрати виражають у процентах від кількості переробленої сировини:

$$P = \frac{G_{вт}}{G_c} \cdot 100.$$

Звідси:

$$G_{вт} = \frac{G_c \cdot P}{100},$$

і рівняння (20.1) набуває вигляду:

$$G_c = G_r + G_{п} + \frac{G_c \cdot P}{100}, \quad (20.2)$$

де $G_r, G_{п}$ – маса готового і побічного продуктів відповідно, кг; їхня сума становить $G_{пр}$; G_c – маса сировини, кг; P – втрати сировини, %.

Для окремих виробництв молочної промисловості рівняння (20.2) має такий вигляд:

сепарація:

$$G_M = G_{вер} + G_{зн} + 0,01 \cdot G_M \cdot P;$$

виробництво сиру:

$$G_{нм} = G_c + G_{сир} + 0,01 \cdot G_{нм} \cdot P;$$

виробництво масла:

$$G_{вер} = G_{м.в.} + G_{пх} + 0,01 \cdot G_{вер} \cdot P;$$

виробництво сухого молока:

$$G_{\text{нм}} = G_{\text{сх.м}} + G_{\text{вод}} + 0,01 \cdot G_{\text{нм}} \cdot P ,$$

де $G_{\text{м}}$, $G_{\text{нм}}$, $G_{\text{вер}}$, $G_{\text{мв}}$, $G_{\text{с}}$, $G_{\text{сх.м}}$, $G_{\text{зн}}$, $G_{\text{пх}}$, $G_{\text{сир}}$, $G_{\text{вод}}$ – відповідно маса молока, нормалізованого молока, вершків, масла, сиру, сухого молока, знежиреного молока, пахти, сироватки, води, кг.

Рівняння покомпонентного балансу (баланс складових частин молока):

$$\frac{G_{\text{с}} \cdot \varphi_{\text{с}}}{100} = \frac{G_{\text{г}} \cdot \varphi_{\text{с}}}{100} + \frac{G_{\text{п}} \cdot \varphi_{\text{п}}}{100} + G_{\text{ч}} , \quad (20.3)$$

де $\varphi_{\text{с}}$ – вміст складових молока в сировині, %; $\varphi_{\text{г}}$ – вміст складових молока в готовому продукті, %; $\varphi_{\text{п}}$ – вміст складових молока в побічному продукті, %; $G_{\text{ч}}$ – втрати складових молока, кг.

Втрати складових частин молока виражають у процентах від відповідних складових:

$$P_{\text{ч}} = \frac{G_{\text{ч}} \cdot 100}{G_{\text{с}} \cdot \varphi_{\text{с}}} , \text{ звідки } G_{\text{ч}} = \frac{G_{\text{с}} \cdot \varphi_{\text{с}} \cdot P_{\text{ч}}}{100 \cdot 100} , \quad (20.4)$$

де $P_{\text{ч}}$ – втрати складових молока, %.

Після підстановки (20.4) в (20.3) маємо

$$G_{\text{с}} \cdot \varphi_{\text{с}} = G_{\text{г}} \cdot \varphi_{\text{г}} \cdot G_{\text{п}} \cdot \varphi_{\text{п}} + 0,01 \cdot G_{\text{с}} \cdot \varphi_{\text{с}} \cdot P_{\text{ч}} . \quad (20.5)$$

Рівняння (20.5) може бути записане за будь-якою частиною молока – за жиром Ж, сухим залишком молока С, сухим знежиреним молочним залишком (СЗМЗ) О.

При орієнтовних розрахунках виробничими втратами нехтують.

Приклад 1. Скільки вершків жирністю 30 % можна отримати при сепаруванні 500 кг молока жирністю 4 %? Втрати жиру при сепаруванні 0,36 %, вміст жиру в знежиреному молоці 0,05 %.

Розв'язок

Розв'язати запропонований приклад можна або алгебраїчним методом, або графічним способом (за розрахунковим трикутником чи квадратом).

Алгебраїчний метод. Складемо рівняння загального і покомпонентного балансів:

$$G_M = G_{\text{вер}} + G_{\text{зн}},$$

$$G_M \cdot Ж_M = G_{\text{вер}} \cdot Ж_{\text{вер}} + G_{\text{зн}} \cdot Ж_{\text{зн}} + G_M \cdot Ж_M \cdot 0,01 \cdot P_{\text{ж}}.$$

Визначимо з першого рівняння $G_{\text{зн}}$ і підставимо його в рівняння покомпонентного балансу:

$$G_{\text{ж}} \cdot Ж_{\text{ж}} = G_{\text{вер}} \cdot Ж_{\text{вер}} + G_M \cdot Ж_{\text{зн}} - G_{\text{вер}} \cdot Ж_{\text{зн}} + G_M \cdot Ж_M \cdot 0,01 \cdot P_{\text{ж}},$$

або

$$G_{\text{вер}} \cdot (Ж_{\text{вер}} - Ж_{\text{зн}}) = G_M \cdot [Ж_M \cdot (1 - 0,01 \cdot P_{\text{ж}}) - Ж_{\text{зн}}].$$

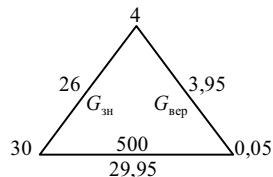
Звідси

$$\begin{aligned} G_{\text{вер}} &= \frac{G_M [Ж_M (1 - 0,01 \cdot P_{\text{ж}}) - Ж_{\text{зн}}]}{Ж_{\text{вер}} - Ж_{\text{зн}}} = \\ &= \frac{500 \cdot [4(1 - 0,01 \cdot 0,36) - 0,05]}{30 - 0,05} = \frac{1967,8}{29,95} = 65,7 \text{ кг}. \end{aligned}$$

Графічний спосіб. Будують трикутник, у вершинах якого записують жирність молока, вершків і знежиреного молока. Навпроти жирності молока усередині трикутника розміщують дані про кількість молока – 500, навпроти жирності вершків – $G_{\text{вер}}$, навпроти жирності знежиреного молока – $G_{\text{зн}}$. На зовнішніх сторонах трикутника записують різницю жирностей. З трикутника одержують відношення:

$$\frac{G_{\text{вер}}}{3,95} = \frac{500}{29,95}, \quad \text{тобто} \quad G_{\text{вер}} = 65,9 \text{ кг}.$$

Різниця на зовнішніх сторонах трикутника є кількість сировини, готового і знежиреного продукту, що виражені у частинах. Так, просепаровано 29,95 частини молока, з яких одержано 3,95 частини вершків і 26 частини знежиреного молока ($3,95 + 26 = 29,95$). Отже, якщо з 29,95 частини молока одержано 3,95 частини вершків, то з 500 кг:



$$G_{\text{вер}} = \frac{500 \cdot 3,95}{29,95} = 65,9 \text{ кг}.$$

Для визначення кількості вершків з урахуванням втрат необхідно отриманий результат помножити на коефіцієнт втрат:

$$\frac{100 - P}{100} = 1 - 0,01 \cdot P = 1 - 0,01 \cdot 0,36 = 0,9964.$$

Кількість вершків з урахуванням виробничих втрат:

$$G_{\text{вер}} = 65,9 \cdot 0,9964 = 65,7 \text{ кг.}$$

Приклад 2. До приймального цеху заводу надійшло 42400 кг молока жирністю 3,8 % і вершків 9600 кг жирністю 30,5 %. Норма втрат сировини і жиру при прийманні молока і вершків становить 0,05 %. Визначити фактичні втрати, економію (перевитрати) молока і вершків при прийманні, якщо в відділення для зберігання з приймального цеху передано 42387 кг молока і 9596 кг вершків.

Розв'язок

1) Визначимо кількість жиру в сировині, що надійшла в приймальний цех:

$$G_{\text{м}} \cdot Ж_{\text{м}} + G_{\text{вер}} \cdot Ж_{\text{вер}} = 42400 \cdot 0,038 + 9600 \cdot 0,305 = 4539,2 \text{ кг.}$$

2) Визначимо кількість жиру в сировині, яку передали у відділення для зберігання:

$$42387 \cdot 0,038 + 9596 \cdot 0,305 = 4537,5 \text{ кг.}$$

3) Фактичні втрати жиру становлять:

$$4539,2 - 4537,5 = 1,7 \text{ кг,}$$

або $1,7 \cdot 100 / 4539,2 = 0,037 \%$ від жиру в сировині, що надійшла в приймальний цех.

4) Визначимо втрати жиру за нормою:

$$4539,2 \cdot 0,0005 = 2,27 \text{ кг.}$$

5) Отже, економія порівняно з затвердженими гранично допустимими втратами жиру становить:

$$2,27 - 1,7 = 0,57 \text{ кг,}$$

або в перерахунку на молоко:

$$G_{\text{м}} = 0,57 \cdot 100 / 3,8 = 15 \text{ кг.}$$

20.2. Ступінь використання складових частин молока при його переробці

Ступінь переходу – це частка складових частин молока, що перейшла до готового продукту, від кількості складових частин молока у переробленій сировині:

$$x_T = \frac{G_T \cdot \varphi_T}{G_c \cdot \varphi_c},$$

де x_T – ступінь переходу складових частин молока, од.

Виразивши кількість продукту G_T через кількість витраченої сировини

$$G_T = \frac{G_c \cdot (\varphi_c - \varphi_n)}{\varphi_T - \varphi_n},$$

де φ_c – вміст складових молока в сировині, %; φ_T – вміст складових молока в готовому продукті, %; φ_n – вміст складових молока в побічному продукті, % і підставивши його в попередню формулу, одержимо:

$$x_T = \frac{(\varphi_c - \varphi_n) \cdot \varphi_T}{(\varphi_T - \varphi_n) \cdot \varphi_c}, \quad (20.6)$$

або у відсотках

$$x_T = \frac{(\varphi_c - \varphi_n) \cdot \varphi_T}{(\varphi_T - \varphi_n) \cdot \varphi_c} \cdot 100.$$

Ступінь використання складових частин молока визначають за фактичними даними або з урахуванням виробничих втрат фактичних, або гранично допустимих. Він менший від ступеня переходу складових частин молока в готовий продукт:

$$\varepsilon_T = \frac{G_T \cdot \varphi_T}{G_c \cdot \varphi_c} \cdot 100, \quad \text{або} \quad \varepsilon_T = \frac{G_T \cdot \varphi_T}{G_c \cdot \varphi_c}, \quad (20.7)$$

де ε_T – ступінь використання, % (од.); G_c – маса фактично витраченої сировини, кг; G_T – маса фактично отриманого готового продукту, кг.

Виразивши масу готового продукту через масу сировини з урахуванням втрат

$$G_T = \frac{G_c \cdot (\varphi_c - \varphi_n)}{\varphi_T - \varphi_n} \cdot (1 - 0,01 \cdot P_T)$$

і підставивши в (20.7), одержимо:

$$\varepsilon_r = \frac{\varphi_r \cdot (\varphi_c - \varphi_n)}{\varphi_c \cdot (\varphi_r - \varphi_n)} \cdot (1 - 0,01 \cdot P_r), \quad (20.8)$$

де P_r – фактичні або гранично допустимі втрати складових частин молока (%) від їх кількості, що була в переробленому молоці.

При багатостадійній переробці сировини показники ступеня переходу і ступеня використання складових частин молока дорівнюють добуткам ступеня переходу або добуткам ступеня використання за стадіями переробки:

$$\begin{aligned} x_r &= x_1 \cdot x_2 \dots x_n; \\ \varepsilon_r &= \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \dots \varepsilon_n, \end{aligned} \quad (20.9)$$

де $x_1, x_2 \dots x_n$ – ступені переходу складових молока на стадіях його переробки, $\varepsilon_1, \varepsilon_2 \dots \varepsilon_n$ – ступені використання складових молока на стадіях переробки.

Приклад 3. З 6200 кг молока жирністю 3,3 % вироблено 1000 кг вершків жирністю 20 %. Вміст жиру в знежиреному молоці 0,05 %. Визначити ступінь переходу жиру у вершки при сепарації і ступінь використання жиру при виробництві вершків.

Розв'язок

1) Визначимо ступінь переходу жиру у вершки при сепарації за формулою (20.6):

$$x_{ж} = \frac{20 \cdot (3,3 - 0,05)}{3,3 \cdot (20 - 0,05)} \cdot 100 = 98,7 \, \% .$$

2) Визначимо ступінь використання жиру при виробництві вершків за формулою (20.7):

$$\varepsilon_{ж} = \frac{1000 \cdot 20}{6200 \cdot 3,3} \cdot 100 = 97,7 \, \% .$$

20.3. Витрати сировини на виробництво молочних продуктів

Розрізняють теоретичні, фактичні та нормативні витрати сировини. Теоретичні витрати – це мінімальні витрати при даному складі сировини, готового і побічного продуктів. Їх визначають, виходячи з рівнянь (20.2), (20.5) без урахування втрат:

$$B_T = G_T = \frac{(\varphi_r - \varphi_n)}{(\varphi_c - \varphi_n)} \cdot 1000, \quad (20.10)$$

де B_T – теоретичні витрати сировини на 1 т продукту, кг.

Фактичні витрати сировини встановлюють за фактичними даними:

$$B_\phi = \frac{G_c}{G_r} \cdot 1000, \quad (20.11)$$

де B_ϕ – фактичні витрати сировини на 1 т продукту, кг; G_c – фактично витрачена сировина, кг; G_r – фактично одержаний продукт, кг.

Під нормою витрат сировини розуміють кількість сировини в кілограмах, що витрачена на виготовлення 1 т готового продукту.

З урахуванням $G_r = 1000$ кг з рівнянь (20.2) і (20.5) маємо норму витрати сировини на 1 т продукту, кг:

$$B_c = G_c = \frac{1000 \cdot (\varphi_r - \varphi_n)}{(\varphi_c - \varphi_n) \cdot (1 - 0,01 \cdot P)}, \quad (20.12)$$

де B_c – норма витрати сировини на 1 т продукту, кг; P – гранично допустимі втрати, %.

Фактичні витрати повинні дорівнювати нормативним, але можуть бути меншими за них, якщо фактичні втрати менші гранично допустимих, і більшими, якщо виробничі втрати більші за гранично допустимі.

Приклад 4. Способом збивання 10000 кг молока жирністю 4 % одержано 475 кг несолоного вершкового масла жирністю 82 %. У вершках містилось 35 % жиру, а в знежиреному молоці – 0,05 %, у пахті – 0,4 %. Визначити нормативні і фактичні витрати молока на виробництво 1 т масла. Гранично допустимі втрати при виробництві вершків становлять 0,55 %, при виробництві масла – 0,3 %.

Розв’язок

1) Складемо рівняння загального і покомпонентного матеріальних балансів для стадії одержання вершків:

$$G_M = G_{\text{вер}} + G_{\text{зн}},$$

$$G_M \cdot J_M = G_{\text{вер}} \cdot J_{\text{вер}} + G_{\text{зн}} \cdot J_{\text{зн}} + G_M \cdot J_M \cdot 0,01 \cdot P_{\text{ж1}}.$$

Спільне розв'язання цих рівнянь дає:

$$G_M = \frac{G_{\text{вер}} \cdot (Ж_{\text{вер}} - Ж_{\text{зн}})}{Ж_M \cdot (1 - 0,01 \cdot P_{ж1}) - Ж_{\text{зн}}}.$$

2) Складемо рівняння загального і покомпонентного матеріальних балансів для стадії одержання масла з вершків:

$$G_{\text{вер}} = G_{\text{м.вер}} + G_{\text{пх}},$$

$$G_{\text{вер}} \cdot Ж_{\text{вер}} = G_{\text{м.вер}} \cdot Ж_{\text{м.вер}} + G_{\text{пх}} \cdot Ж_{\text{пх}} + G_{\text{вер}} \cdot Ж_{\text{вер}} \cdot 0,01 \cdot P_{ж2}.$$

Спільне розв'язання рівнянь дає

$$G_{\text{вер}} = \frac{G_{\text{м.вер}} \cdot (Ж_{\text{м.вер}} - Ж_{\text{пх}})}{Ж_{\text{вер}} \cdot (1 - 0,01 \cdot P_{ж2}) - Ж_{\text{пх}}}.$$

3) Підставимо формулу для $G_{\text{вер}}$ у формулу для обчислення G_M і, враховуючи, що $G_{\text{м.вер}} = 1000$ кг, одержимо формулу для розрахунку нормативних витрат молока:

$$\begin{aligned} B_M = G_M &= \frac{1000(Ж_{\text{м.вер}} - Ж_{\text{пх}}) \cdot (Ж_{\text{вер}} - Ж_{\text{зн}})}{\left[Ж_{\text{вер}}(1 - 0,01P_{ж2}) - Ж_{\text{пх}} \right] \left[Ж_M(1 - 0,01P_{ж1}) - Ж_{\text{зн}} \right]} = \\ &= \frac{1000(82 - 0,4) \cdot (35 - 0,05)}{\left[35(1 - 0,01 \cdot 0,3) - 0,4 \right] \left[4(1 - 0,01 \cdot 0,55) - 0,55 \right]} = 21048 \text{ кг}. \end{aligned}$$

4) Фактичні витрати розрахуємо за (20.11)

$$B_{\Phi} = \frac{10000}{475} \cdot 1000 = 21053 \text{ кг}.$$

5) Фактичні витрати більші за нормативні, отже, у виробництві перевитрачено молоко. У розрахунку на 1 т масла перевитрата молока становить:

$$21053 - 21048 = 5 \text{ кг},$$

$$\text{або} \quad 0,04 \cdot 5 = 0,2 \text{ кг жиру}.$$

20.4. Вихід продукту

Вихід – це кількість продукту, що вироблена з 100 одиниць сировини. Він показує кількість виробленого продукту у відсотках від маси переробленої сировини.

Спільне розв’язання рівнянь (20.2) і (20.5) з урахуванням, що $G_c = 100$ од, $G_r = \Phi$, дає формулу для розрахунку виходу продукту:

$$\Phi = \frac{100 \cdot (\varphi_c - \varphi_n)}{\varphi_r - \varphi_n} (1 - 0,01 \cdot P), \quad (20.13)$$

де Φ – вихід продукту, %; P – виробничі втрати, %.

Для оцінки товарних властивостей молока доцільно використати визначення виходу без урахування виробничих втрат, оскільки останні залежать від об’єму переробленої сировини і не можуть впливати на оцінку молока. Вихід молочних продуктів залежить від вмісту в молоці його складових, від ступеня їх переходу у готовий продукт, від кількості вологи, що утримується основними складовими молока в продукті, з розчиненими у волозі складовими частинами молока.

Вихід молочних продуктів за однією із складових з урахуванням ступеня її використання визначається за формулою:

$$\Phi \cdot \varphi_r = 100 \cdot \varepsilon_r \cdot \varphi_{nm}, \quad (20.14)$$

де Φ – кількість готового продукту з 100 одиниць (од) сировини, %; 100 – кількість сировини, кг; ε_r – ступінь використання складових частин молока, од; φ_{nm} – вміст складових в нормалізованому молоці, %.

Для сиру рівність (20.14) набуває вигляду:

$$\Phi_c \cdot B_c = 100 \cdot \varepsilon_6 B_{nm},$$

звідки

$$\Phi_c = \frac{100 \cdot \varepsilon_6 B_{nm}}{B_c}, \quad (20.15)$$

де Φ_c – вихід сиру, %; ε_6 – ступінь використання білка у виробництві сиру, од; B_{nm} – вміст білка в нормалізованому молоці, %; B_c – вміст білка в сирі, %.

З урахуванням (20.14) визначають витрати нормалізованого молока на 1 т сиру:

$$1000 \cdot B_c = B_{nm} \cdot \varepsilon_6 \cdot B_{nm},$$

звідки

$$B_{\text{HM}} = \frac{1000 \cdot B_{\text{с}}}{\varepsilon_{\text{б}} \cdot B_{\text{HM}}} . \quad (20.16)$$

Ступінь використання білка $\varepsilon_{\text{б}}$ у виробництві сиру можна визначити за контрольними виробками:

$$\varepsilon_{\text{б}} = \frac{G_{\text{с}} \cdot B_{\text{с}}}{G_{\text{HM}} \cdot B_{\text{HM}}} . \quad (20.17)$$

Вихід масла визначається вмістом жиру в молоці і розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{м.вер}} = (0,219 + 1) \cdot 0,98 \cdot Ж_{\text{м}} = 1,19 \cdot Ж_{\text{м}} . \quad (20.18)$$

За аналогією вихід твердого сиру

$$\Phi_{\text{с}} = 1,07 \cdot Ж_{\text{м}} + 2,6 \cdot K_{\text{м}} , \quad (20.19)$$

де $K_{\text{м}}$ – вміст казеїну в молоці, %.

Безпосередня залежність виходу продукту від складу молока у формулах (20.15), (20.18) і (20.19) дозволяє встановити, як впливає зміна складу молока на вихід продукту, виявити доцільність переробки молока на той чи інший продукт.

Приклад 5. У табл. 20.1 наведений склад молока в різні періоди року. Знайти сезонні зміни виходу масла і твердого сиру.

Таблиця 20.1. Залежність вмісту жиру і казеїну у молоці від пори року

Пори року	Вміст в молоці, %	
	жиру	казеїну
Весна	2,82	2,42
Літо	3,97	2,54
Осінь	4,84	2,91

Розв'язок

1) Вихід масла розрахуємо за формулою (20.19) для весни, літа, осені відповідно:

$$B_{\text{м.вер}} = 1,19 \cdot 2,82 = 3,36 \text{ \%} ;$$

$$B_{\text{м.вер}} = 1,19 \cdot 3,97 = 4,72 \text{ \%} ;$$

$$B_{\text{м.вер}} = 1,19 \cdot 4,84 = 5,76 \text{ \%}.$$

2) Вихід твердого сиру розрахуємо за формулою (20.19) відповідно для весни, літа, осені:

$$\Phi_c = 1,07 \cdot 2,82 + 2,6 \cdot 2,42 = 9,3 \text{ \%};$$

$$\Phi_c = 1,07 \cdot 3,97 + 2,6 \cdot 2,54 = 10,8 \text{ \%};$$

$$\Phi_c = 1,07 \cdot 4,84 + 2,6 \cdot 2,91 = 12,7 \text{ \%}.$$

Висновок. Осіннє молоко дає найбільший вихід масла і твердого сиру.

20.5. Контрольні задачі

20.1. Скільки вершків $G_{\text{вер}}$ жирністю 30 % можна одержати з 2000 кг молока жирністю 3,8 %? Вміст жиру в знежиреному молоці 0,05 %, втрати жиру при сепаруванні 0,36 %.

20.2. Скільки потрібно висушити нормалізованого молока $G_{\text{нм}}$, яке містить 11 % сухих речовин, щоб одержати 250 кг сухого молока, що містить 97 % сухих речовин? Втрати сухих речовин при виробництві сухого молока становлять 0,69 %.

20.3. На виробництво 340 кг сиру жирністю 9,5 % витрачено 2400 кг нормалізованого молока жирністю 1,5 %. Маса отриманої сироватки жирністю 0,1 % склала 2000 кг. Визначити втрати жиру і сировини в кілограмах і процентах від переробленої сировини.

20.4. Скільки вершків жирністю 35 % і знежиреного молока жирністю 0,05 % можна отримати, переробивши 5000 кг молока жирністю 4 %? Втрати жиру при сепарації 0,4 %.

20.5. Визначити кількість сухого знежиреного молока, яку можна одержати з 4437 кг знежиреного молока, що містить 9,2 % сухих речовин. Вміст сухих речовин у сухому знежиреному молоці 95 %, втрати сухих речовин в цьому виробництві становлять 0,7 %.

20.6. Скільки вершкового масла жирністю 78,2 % можна одержати з 2500 кг вершків жирністю 30 %? Вміст жиру в пахті 0,7 %, втрати жиру при виробництві масла шляхом збивання вершків 0,55 %.

20.7. На виробництво 495 кг вершкового масла жирністю 82,7 % витрачено 1200 кг вершків жирністю 35 %. Маса одержаної пахти жирністю 0,65 % склала 690 кг. Визначити загальні втрати і втрати жиру в кілограмах та процентах від перероблених вершків і вмісту жиру в них. Виразити втрати жиру в перерахунку на вершки.

20.8. Скільки сиру жирністю 18 % можна одержати з 2700 кг нормалізованого молока, якщо жирність останнього 3,6 %, жирність сироватки 0,2 %? Втрати жиру становлять за 3,5 %.

20.9. Визначити кількість молока жирністю 3,8 %, що пішла на одержання 960 кг вершків жирністю 30 %, прийнявши жирність знежиреного молока за 0,05 % і втрати при сепарації 0,35 %.

20.10. На виробництво 1060 кг вершків жирністю 35 % витрачено 10500 кг молока жирністю 3,6 %. Маса знежиреного молока склала 9400 кг при жирності 0,05 %. Визначити загальні втрати й втрати жиру в кілограмах і процентах від переробленого молока та від вмісту в ньому жиру, а також втрати жиру в перерахунку на молоко.

20.11. Визначити вплив жирності молока і жирності вершків, які одержують при сепарації молока, на значення ступеня переходу жиру. Жирність молока становила 4 і 3 %, жирність вершків – 10 % і 30 %, жирність знежиреного молока в обох випадках – 0,05 %.

20.12. Розв'язати попередню задачу у випадку зниження при сепарації жирності знежиреного молока до 0,01 %. Решту даних можна взяти з задачі 1.11.

20.13. У загальному вигляді скласти формулу для визначення ступеня переходу жиру в масло при його виробництві.

20.14. Визначити ступінь переходу жиру з молока в масло, якщо вміст жиру в молоці становить 4 %, у вершках – 35 %, у знежиреному молоці – 0,05 %, у маслі – 82 %, у пахті – 0,4 %.

20.15. Визначити ступінь переходу жиру і білка при виробленні сиру, якщо сир містить 18 % жиру і 15 % білка. Нормалізоване молоко, з якого виробили сир, містило 3,3 % жиру і 3,2 % білка, сироватка 0,2 % жиру і 0,8 % білка.

20.16. Молоко, з якого виробили сир, містило жиру 3,6 %, білка 3,2 %. В одержаному сирі міститься жиру 18,4 %, білка 15,1 %, а в сироватці жиру 0,2 %, білка 0,8 %. Визначити ступінь переходу жиру і білка.

20.17. Визначити ступінь переходу жиру і білка з молока в масло, якщо вміст жиру в молоці становить 3,8 %, білка – 3,4 %; у вершках жиру 30 %, білка – 2,5 %; у пахті жиру 0,4 %, білка – 3,5 %; у знежиреному молоці жиру 0,05 %, білка – 0,02 %; у селянському маслі жиру 75,2 %, білка – 0,8 %.

20.18. З 100 кг нормалізованого молока, що містить жиру Ж_{нм}, білка Б_{нм} і сухих речовин С_{нм}, вироблено G_с твердого сиру, що містить жиру Ж_{тс}, білка Б_{т.с}, сухих речовин молока Ст.с. Склад си-

риватки: жиру Ж_{сир}, білка Б_{сир}, сухих речовин С_{сир}. Написати у загальному вигляді формули ступеня переходу і ступеня використання жиру, білка, сухих речовин при виробництві твердого сиру.

20.19. Визначити ступінь переходу жиру і ступінь його використання, якщо жирність молока, з якого виробили вершки, становить 4 %, вершків – 35 %, знежиреного молока – 0,05 %. Втрати жиру при сепарації 0,4 %.

20.20. Визначити ступінь переходу жиру і ступінь його використання при виробництві вершкового масла жирністю 78,2 %, якщо жирність вершків 30 %, пахти – 0,7 %. Втрати жиру при виробництві масла шляхом збивання вершків 0,55 %.

20.21. Визначити норму витрат молока V_m жирністю 4 % на вироблення 1 т вершків жирністю 30 %, якщо нормативний вміст жиру в знежиреному молоці становить 0,05 %, гранично допустимі втрати жиру при виробництві не пастеризованих вершків – 0,78 %.

20.22. Визначити норму витрат знежиреного молока на 1 т нежирного сиру, що містить 80 % води, якщо в знежиреному молоці сухих речовин є 8,7 %, у сироватці – 6,3 %. Гранично допустимі втрати сухих речовин молока при виробництві нежирного сиру становлять 3,32 %.

20.23. Визначити нормативні витрати нормалізованого молока жирністю 3,5 % на вироблення 1 т сиру жирністю 9,5 %. Жирність сироватки 0,2 %. Втрати жиру становлять 4,5 % від його вмісту в переробленій сировині.

20.24. Визначити нормативну витрату нормалізованого молока жирністю 1,7 % на виробництво 1 т напівжирного сиру. Вміст жиру в сирі – 9,3 %, у сироватці – 0,2 %. Гранично допустимі втрати жиру – 3,4 %.

20.25. Визначити нормативні витрати молока жирністю 4 % на 1 т селянського масла жирністю 72 %. Жирність вершків – 35 %, знежиреного молока – 0,05 %, пахти – 0,6 %. Гранично допустимі втрати на виробництво вершків – 0,55 %, масла – 0,5 %.

20.26. Розрахувати нормативні витрати молока жирністю 3,7 % на виробництво любительського масла. Вміст жиру у вершках прийняти за 38 %, у маслі – 78,7 %, у знежиреному молоці – 0,05 %, у пахті – 0,7 %. Гранично допустимі втрати при виробництві вершків прийняти за 0,55 %, при їх переробці – 0,5 %.

20.27. Шляхом збивання вершків одержано 512 кг масла жирністю 82 %, при цьому витрачено 12000 кг молока жирністю 3,6 %. Вершки містять жиру 36 %, знежирене молоко – 0,05 %, пахта

– 0,38 %. Визначити нормативні і фактичні втрати молока на виробництво 1 т масла. Гранично допустимі витрати жиру на виробництво вершків – 0,55 %, масла – 0,33 %.

20.28. Визначити нормативні витрати нормалізованого молока жирністю 3,8 % на вироблення 1 т твердого сиру. Нормативний вміст жиру в сухій речовині сиру – 51 %, вміст води – 36 %. Нормативний вміст жиру в сироватці – 0,5 %. Відхід сирової маси від кількості виробленого сиру становить 0,5 %, втрати жиру від його кількості в переробленому нормалізованому молоці – 4 %. Поправочний коефіцієнт на результат аналізу проби сиру, взятої щупом, дорівнює 1,036.

20.29. За умовами задачі 20.28 визначити, на скільки скоротиться витрата нормалізованого молока на виготовлення 1 т твердого сиру, якщо він буде дозрівати в полімерній плівці (безкірковий сир). Поправочний коефіцієнт дорівнює 1,025.

Прийняти, що втрати жиру для вироблення цього сорту сиру становлять 2,1 %. Вміст води в безкірковому сирі – 37 %.

20.30. Визначити нормативну витрату нормалізованого молока на 1 т сухого молока, якщо вміст сухих речовин у нормалізованому молоці – 11,4 %, у сухому молоці – 97 %. Гранично допустимі втрати сухих речовин у сезонний період – 0,69 %, у несезонний період – 0,8 %.

20.31. Скільки вологодського масла жирністю 82 % можна одержати з 3200 кг вершків жирністю 38 %? Вміст жиру в пахті – 0,6 %. Втрати жиру становлять 0,55 %.

20.32. З 5000 кг нормалізованого молока, що містить 3 % білка, одержано 760 кг сиру, вміст білка в якому становить 15 %. Визначити ступінь використання білка, вихід сиру і витрату нормалізованого молока.

20.33. У нормалізованому молоці міститься 3,1 % білка. Визначити втрату нормалізованого молока на виробництво 1 т сиру, якщо в ньому міститься 15 % білка. Ступінь використання білка – 0,76.

20.34. Вміст жиру в молоці збільшився з 3,6 до 3,8 %. Визначити, наскільки збільшиться вихід вершкового масла з молока.

20.35. Визначити вихід вершкового масла і твердого сиру, якщо нормалізоване молоко містить 3,92 % жиру і 2,48 % казеїну.

20.36. Визначити вихід вершкового масла і твердого сиру, якщо нормалізоване молоко містить 4,75 % жиру і 2,86 % казеїну.

20.37. Нормалізоване молоко містить 2,95 % білка, вироблений з нього сир – 14,97 %. Визначити втрати нормалізованого молока на 1,5 т сиру, якщо ступінь використання білка становить 0,75.

ГЛАВА 21. НОРМАЛІЗАЦІЯ МОЛОКА

Мета нормалізації – зміна складу сировини для одержання готового продукту, що відповідав би вимогам стандартів за вмістом основних поживних речовин і наповнювачів. Нормалізацію проводять за одним показником (наприклад жир), двома (жир – білок, жир – кислотність, жир – сухий знежирений залишок) або декількома.

Для зміни складу молока і молочної суміші до них додають інші продукти з таким розрахунком, щоб одержати суміш необхідного складу. Кількість продуктів, що змішують, розраховують за формулами, які ґрунтуються на матеріальному балансі.

21.1. Нормалізація за одним показником

У цьому випадку найчастіше молоко і молочні суміші нормалізують за складом жиру. Можливі два випадки: у готовому продукті передбачається точний вміст тільки однієї складової частини молока (наприклад жиру) або певне співвідношення між жиром та іншою складовою частиною молока (наприклад білком).

У першому випадку за заданим вмістом жиру розраховують кількість продуктів для нормалізації. У другому – спочатку розраховують вміст жиру в нормалізованому молоці, що забезпечує необхідне співвідношення між складовими частинами молока для одержання стандартного продукту.

При нормалізації молока за вмістом жиру можливі два варіанти: зниження жирності молока або її зростання. Для зниження жирності до молока додають знежирене молоко, а для збільшення – вершки.

Розрахунки проводять за рівняннями матеріального балансу алгебраїчним і графічним методами.

Приклад 1. У масловичотовлювачі збито 1600 кг вершків жирністю 35 %. Визначити, скільки води G_v потрібно додати в масло, щоб одержати в готовому продукті 15,7 % води ($B_{м.в.}$), якщо в масляному шарі за даними аналізу міститься води 12,5 % ($B_{ш.}$). Жирність пахти прийняти за 0,4 %, масла – 82,5 %.

Розв'язок

Алгебраїчний метод

1) Для визначення кількості одержаного масла скористаємося рівнянням покомпонентного матеріального балансу за жиром, тоді:

$$G_{\text{м.в}} = \frac{G_{\text{вер.}} \cdot (Ж_{\text{вер}} - Ж_{\text{пх}})}{Ж_{\text{м.вс}} - Ж_{\text{пх}}} = \frac{1600 \cdot (35 - 0,4)}{82,5 - 0,4} = 674 \text{ кг.}$$

2) Кількість води, яку треба додати, розраховуємо з покомпонентного матеріального балансу за водою, прийнявши розрахунковий показник води за 100:

$$G_{\text{в}} \cdot (100 - B_{\text{ш}}) = G_{\text{м.в}} \cdot (B_{\text{м.в}} - B_{\text{ш}}),$$

тоді

$$G_{\text{в}} = \frac{G_{\text{м.в}} \cdot (B_{\text{м.в}} - B_{\text{ш}})}{100 - B_{\text{ш}}} = \frac{674 \cdot (15,7 - 12,5)}{100 - 12,5} = 24,65 \text{ кг.}$$

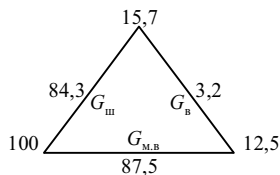
Графічний метод

1) Для розрахунку кількості води використаємо трикутник. З нього знайдемо відношення:

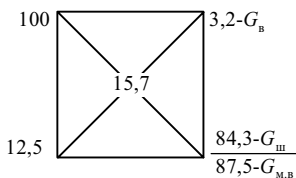
$$\frac{G_{\text{в}}}{3,2} = \frac{G_{\text{м.в}}}{87,5},$$

тоді кількість води

$$G_{\text{в}} = \frac{G_{\text{м.в}} \cdot 3,2}{87,5} = \frac{674 \cdot 3,2}{87,5} = 24,65 \text{ кг}$$



2) Необхідну кількість води можна визначити за квадратом. Для цього в середині квадрата записують вміст компонента, який визначають, у готовому продукті ($B_{\text{мс}} = 15,7\%$). У лівому верхньому і нижньому кутах – вміст розрахункового компонента у вихідних продуктах ($B_{\text{ш}} = 12,5\%$, $B_{\text{в}} = 100\%$). У правому верхньому куті записують різницю між вмістом розрахункового компонента в суміші і продукті, тобто по діагоналі ($15,7 - 12,5 = 3,2$). У правий нижній кут заносять різницю між вмістом компонента в



суміші (15,7) і в будь-якому іншому продукті, кількість якого також показують по діагоналі. Різниці відповідають часткам продуктів у суміші:

$$\frac{G_B}{3,2} = \frac{G_{M.B}}{87,5},$$

тоді

$$G_B = \frac{G_{M.B} \cdot 3,2}{87,5} = \frac{674 \cdot 3,2}{87,5} = 24,65 \text{ кг.}$$

21.2. Нормалізація з попереднім розрахунком жирності нормалізованого молока

У нормалізованому молоці, призначеному для вироблення сиру, твердого сиру, сухих і згущених молочних продуктів, відношення жиру до сухого знежиреного залишку ($J_{HM} : C33_{HM}$) і жиру до білка ($J_{HM} : B_{HM}$) повинні бути такими, щоб забезпечити відповідне стандарту співвідношення цих частин молока в готовому продукті. У нерозведеному молоці вони дуже рідко збігаються з потрібним.

При нормалізації молока у виробництві молочних консервів можливі три випадки:

$$\begin{aligned} J_M : C33 &= J_{HM} : C33_{HM}; \\ J_M : C33 &< J_{HM} : C33_{HM}; \\ J_M : C33 &> J_{HM} : C33_{HM}. \end{aligned}$$

Коли $J_M : C33 = J_{HM} : C33_{HM}$, молоко не потребує нормалізації.

Якщо $J_M : C33 < J_{HM} : C33_{HM}$, то при складанні суміші необхідно збільшити співвідношення $J_M / C33_M$ до заданого $J_{HM} / C33_{HM}$. У цьому випадку складають нормалізоване молоко з молока і вершків, тобто:

$$G_{HM} = G_M + G_{вер}.$$

Баланс за жиром:

$$G_{HM} \cdot J_{HM} = G_M \cdot J_M + G_{вер} \cdot J_{вер}. \quad (a)$$

Баланс за сухим знежиреним залишком C33:

$$G_{HM} \cdot C33_{HM} = G_M \cdot C33_M + G_{вер} \cdot C33_{вер}. \quad (б)$$

Розділивши рівняння (а) на (б), одержимо:

$$\frac{Ж_{\text{нм}}}{C33_{\text{нм}}} = \frac{G_{\text{м}} \cdot Ж_{\text{м}} + G_{\text{вер}} \cdot Ж_{\text{вер}}}{G_{\text{м}} \cdot C33_{\text{м}} + G_{\text{вер}} \cdot C33_{\text{вер}}}.$$

Позначимо $Ж_{\text{нм}}/C33_{\text{нм}} = C33_{\text{пр}}$, тоді

$$G_{\text{вер}} = \frac{G_{\text{м}} \cdot (C33_{\text{м}} \cdot C3_{\text{пр}} - Ж_{\text{м}})}{Ж_{\text{вер}} - C3_{\text{пр}} \cdot C33_{\text{вер}}}, \quad (21.1)$$

де $C3_{\text{пр}}$ – співвідношення нормалізованого вмісту жиру до нормалізованого вмісту $C33$ в готовому продукті.

Якщо $\frac{Ж_{\text{м}}}{C33_{\text{м}}} > \frac{Ж_{\text{нм}}}{C33_{\text{нм}}}$, то при складанні суміші необхідно зменшити співвідношення $Ж_{\text{м}}/C33_{\text{м}}$ до заданого $Ж_{\text{нм}}/C33_{\text{нм}}$, додавши знежирене молоко

$$G_{\text{нм}} = G_{\text{м}} + G_{\text{зн}}.$$

Баланс за жиром:

$$G_{\text{нм}} \cdot Ж_{\text{нм}} = G_{\text{м}} \cdot Ж_{\text{м}} + G_{\text{зн}} \cdot Ж_{\text{зн}}.$$

Баланс за $C33$:

$$G_{\text{нм}} \cdot C33_{\text{нм}} = G_{\text{м}} \cdot C33_{\text{м}} + G_{\text{зн}} \cdot C33_{\text{зн}}.$$

Згідно з попереднім

$$C3_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{м}} Ж_{\text{м}} + G_{\text{зн}} Ж_{\text{зн}}}{G_{\text{м}} \cdot C33_{\text{м}} + G_{\text{зн}} \cdot C33_{\text{зн}}},$$

звідки

$$G_{\text{зн}} = \frac{G_{\text{м}} (Ж_{\text{м}} - C33_{\text{м}} C3_{\text{пр}})}{C33_{\text{м}} C3_{\text{пр}} - Ж_{\text{зн}}}. \quad (21.2)$$

Жирність нормалізованого молока розраховують за формулами:

$$Ж_{\text{нм}} = \frac{G_{\text{м}} Ж_{\text{м}} + G_{\text{вер}} Ж_{\text{вер}}}{G_{\text{м}} + G_{\text{вер}}}; \quad (21.3)$$

$$Ж_{\text{нм}} = \frac{G_{\text{м}} Ж_{\text{м}} + G_{\text{зн}} Ж_{\text{зн}}}{G_{\text{м}} + G_{\text{зн}}}. \quad (21.3a)$$

При виробництві сиру жирність нормалізованого молока розраховують за формулою:

$$Ж_{\text{нм}} = K \cdot Б_{\text{м}}, \quad (21.4)$$

де B_m – вміст білка в молоці, %; K – коефіцієнт нормалізації, орієнтовно для сиру жирністю 18 % $K = 1,05$, для сиру жирністю 9 % $K = 0,52$.

Уточнений коефіцієнт нормалізації K_n може бути розрахований за формулою:

$$K_n = K \frac{Ж_{тв}(C_\phi - Ж_\phi)}{Ж_\phi(C_c - Ж_c)}, \quad (21.5)$$

де C_ϕ – фактичний вміст сухих речовин у сирі контрольного виробництва (середнє трьох–чотирьох виробок), %; C_c – нормативний вміст сухих речовин у сирі, %; $Ж_\phi$ – фактичний вміст жиру в сирі, %; $Ж_c$ – нормативний вміст жиру в сирі, %.

Жирність нормалізованого молока при виробництві твердого сиру розраховують за формулою:

$$Ж_{нм} = K \frac{Ж_{ср} B_m}{100}, \quad (21.6)$$

де K – коефіцієнт, що визначається експериментально (для твердих сирів жирністю 50 % $K = 2,09 - 2,15$; жирністю 45 % $K = 2,02$; жирністю 40 % $K = 1,9$); $Ж_{ср}$ – нормативний вміст жиру в сухій речовині сиру, %.

Приклад 2. Для виробництва згущеного молока з цукром необхідно нормалізувати 1000 кг молока, яке містить 4 % жиру і 8,6 % сухих знежирених речовин. Розрахунковий вміст жиру в згущеному молоці становить 8,8 %, сухих знежирених речовин молока – 20,7 %. Визначити, який компонент і в якій кількості треба додати до молока, а також жирність нормалізованого молока.

Розв'язок

Визначимо співвідношення жиру до сухого знежиреного залишку в вихідному молоці і нормалізованому:

$$\frac{Ж_m}{CЗ_m} = \frac{4}{8,6} = 0,465; \quad CЗ_{пр} = \frac{8,8}{20,7} = 0,425.$$

Оскільки $0,465 > 0,425$, потрібна нормалізація знежиреним молоком, кількість якого розраховуємо за формулою (21.2), прийнявши $Ж_{зн} = 0,05$ %, $CЗ_{зн} = 8,9$ %.

$$G_{\text{зн}} = \frac{1000(4 - 8,6 \cdot 0,425)}{8,9 \cdot 0,425 - 0,05} = 92 \text{ кг}.$$

Жирність нормалізованого молока визначають за формулою (21.3а):

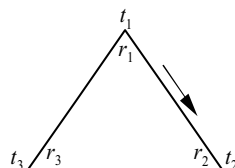
$$Ж_{\text{нм}} = \frac{1000 \cdot 4 + 92 \cdot 0,05}{1000 + 92} = 3,67 \text{ \%}.$$

21.3. Нормалізація за двома показниками

При виготовленні молочних продуктів складають суміші з двох і більше видів сировини, витримуючи певне співвідношення цих складових. Розраховують складові частини суміші шляхом розв'язання системи алгебраїчних рівнянь, які є рівняннями загального матеріального і покомпонентного матеріального балансів.

Систему рівнянь можна розв'язати методом виключення і підстановки або за допомогою визначників.

Для автоматичного запам'ятовування розрахункових формул визначників у даному випадку доречно скористатися другим «правилом» трикутника. Якщо у вершинах трикутника розташувати показники компонентів суміші t_j, r_j так, як це по-



казано на схемі, то кожний член многочлена, від якого залежить визначник D , буде визначатися добутком r на різницю показників, розташованих біля двох протилежних вершин, причому розташування показників t у різниці беруть за часовою стрілкою: $(t_1 - t_2; t_2 - t_3; t_3 - t_1)$.

Для визначника D_1 у трикутник замість t_j, r_j записують $t_{\text{сум}}$ і $r_{\text{сум}}$; при розрахунку D_2 ці ж величини записують замість t_2 і r_2 , при визначенні D_3 їх записують замість t_3 і r_3 .

Приклад 3. Скласти 100 кг суміші, яка містила б 30 % жиру і 60 % сухих речовин, з твердого сиру G_1 , що містить 24 % жиру і 60 % сухих речовин, знежиреного твердого сиру G_2 , що містить 1 % жиру і

42 % сухих речовин, масла G_3 , що містить 82 % жиру і 84 % сухих речовин.

Розв'язок

Для більш зручного заповнення трикутника умову задачі можна подати у скороченому вигляді:

$G_1 = ?$	$Ж_1 = 24 \%$	$C_1 = 60 \%$;
$G_2 = ?$	$Ж_2 = 1,0 \%$	$C_2 = 42 \%$;
$G_3 = ?$	$Ж_3 = 82,0 \%$	$C_3 = 84 \%$;
$G_{\text{сум}} = 100 \text{ кг}$	$Ж_{\text{сум}} = 30 \%$	$C_{\text{сум}} = 60 \%$.

Складемо систему рівнянь загального і покомпонентного балансів:

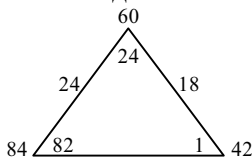
$$100 = G_1 + G_2 + G_3 ;$$

$$100 \cdot 30 = G_1 \cdot 24 + G_2 \cdot 1 + G_3 \cdot 82 ;$$

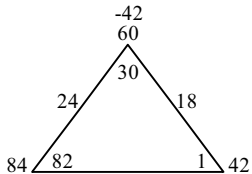
$$100 \cdot 60 = G_1 \cdot 60 + G_2 \cdot 42 + G_3 \cdot 84 .$$

Одержану систему рівнянь розв'яжемо за допомогою визначників.

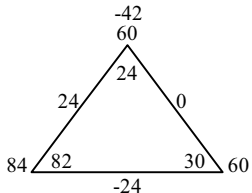
Тоді



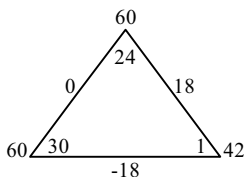
$$D = 24 \cdot (-42) + 24 \cdot 1 + 82 \cdot 18 = 492 ;$$



$$D_1 = 100 [30 \cdot (-42) + 24 \cdot 1 + 82 \cdot 18] = 24000 ;$$



$$D_2 = 100 [24(-24) + 30 \cdot 24 + 82 \cdot 0] = 14400 ;$$



$$D_3 = 100[24(-18) + 1 \cdot 0 + 30 \cdot 18] = 10800.$$

$$G_1 = \frac{D_1}{D} = \frac{24000}{492} = 48,8 \text{ кг};$$

$$G_2 = \frac{D_2}{D} = \frac{14400}{492} = 29,3 \text{ кг};$$

$$G_3 = \frac{D_3}{D} = \frac{10800}{492} = 21,9 \text{ кг}.$$

Перевірка: $48,8 + 29,3 + 21,9 = 100 \text{ кг}.$

21.4. Контрольні задачі

21.1. Визначити кількість молока жирністю 3,70 % і знежиреного молока жирністю 0,05 %, необхідну для одержання 1000 кг нормалізованого молока жирністю 3,25 %.

21.2. Скільки вершків жирністю 40 % і молока жирністю 4 % потрібно для одержання 200 кг вершків (суміші) жирністю 10 %?

21.3. Скільки знежиреного молока слід додати до 800 кг вершків жирністю 40 % , щоб одержати вершки з вмістом жиру 31,6 %? Жирність знежиреного молока становить 0,05 %.

21.4. До 100 кг сироватки кислотністю 14 °Т треба додати сироватки $G_{\text{к.сир}}$ кислотністю 180 °Т з таким розрахунком, щоб одержати суміш кислотністю 32 °Т. Скільки додати сироватки?

21.5. Скільки закваски кислотністю 120 °Т необхідно додати до 100 кг вершків жирністю 40 % і кислотністю 14 °Т, щоб підвищити кислотність плазми вершків до 40 °Т ? Визначити при цьому жирність вершків, якщо закваска приготовлена на знежиреному молоці жирністю 0,005 %.

21.6. Визначити, скільки нормалізованого молока жирністю 3,5 % буде отримано з 5000 кг молока жирністю 4 %, скільки молока потрібно просепарувати, а також скільки вершків жирністю 30 % залишиться від нормалізації. Жирність знежиреного молока – 0,05 %.

21.7. Визначити кількість суцільного і знежиреного молока, яка необхідна для одержання 12000 кг нормалізованого молока. Жирність нерозведеного молока – 3,7 %, знежиреного – 0,05 %, нормалізованого – 3,36 %.

21.8. Визначити кількість нормалізованого молока і вершків, які можна одержати з 15000 кг молока жирністю 3,8 %. Жирність вершків – 35 %, нормалізованого молока – 1,7 %.

21.9. Для виробництва згущених вершків з цукром необхідно нормалізувати 1000 кг молока, в якому міститься 3,8 % жиру, 8,4 знежирених речовин. Розрахунковий вміст жиру в згущених вершках з цукром становить 20 %, сухих знежирених речовин молока – 17 %. Вміст жиру у вершках для нормалізації – 30 %, сухих знежирених речовин у молоці – 6 %.

21.10. Визначити жирність нормалізованого молока для виробництва сиру жирністю 18 % і 9 %, якщо молоко містить 3,3 % білка.

21.11. Визначити жирність нормалізованого молока для виробництва сиру жирністю 50 %. Молоко містить 3,2 % білка. Нормативний вміст жиру в сухій речовині сиру – 51 %, коефіцієнт нормалізації – 2,15.

21.12. Твердий сир, вироблений з нормативного молока жирністю 2,85 %, вміщав у сухій речовині після пресування 43 % жиру. Розрахувати жирність нормалізованого молока, яка обумовлювала б одержання стандартного продукту, якщо нормативний вміст жиру в сухій речовині сиру становить 46 %.

21.13. При виробленні твердого сиру ступінь використання жиру – 0,84, білка – 0,9. Встановити співвідношення між жиром і білком у нормалізованому молоці, що забезпечить у твердому сирі їх співвідношення 1:1. Визначити вміст жиру в нормалізованому молоці, якщо початкове молоко містить 3,3 % білка.

21.14. Скласти суміш жирністю 30 %, кислотністю 28 °Т з молока G_m кислотністю 18 °Т, жирністю 4 %, закваски частих культур $G_{зак}$ жирністю 0,1 %, кислотністю 90 °Т і вершків $G_{вер}$ жирністю 40 %, кислотністю 14 °Т, якщо кількість вершків – 400 кг.

21.15. Скласти 1000 кг суміші, що містить 10 % жиру і 20 % СЗЗ (сухого знежиреного залишку) з молока G_m , що містить 4 % жиру і 8,5 % СЗЗ, вершків $G_{вер}$, що містять 30 % жиру і 7 % СЗЗ, і сухого молока $G_{сх.м}$, що містить 26 % жиру і 71 % СЗЗ.

21.16. З сухого нежирного молока, сухих вершків і води приготувати відновлене молоко. Склад сировини і готового продукту наведений у табл. 21.1. Розрахувати кількість сухих вершків, сухого нежирного молока і води, що містяться у 100 кг суміші – відновленого молока.

Таблиця 21.1. Склад сировини і готового продукту

Продукт	Вміст, %	
	Жиру	СЗЗ
Сухе нежирне молоко	1	97
Сухі вершки	43	55
Відновлене молоко	3,2	8,5

21.17. Встановити вміст сухих речовин у знежиреному сирі, призначеному для змішування з вершками для одержання напівжирного сиру з урахуванням і без урахування вмісту жиру в знежиреному сирі.

Вміст жиру в напівжирному сирі становить 9,3 %, СЗЗ – 18 %. Вміст жиру у вершках – 50 %, СЗЗ – 4,5 %. Вміст жиру в знежиреному сирі – 1 %.

ГЛАВА 22.

МАТЕРІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ У ВИРОБНИЦТВІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

У даній главі наведені задачі з матеріальних розрахунків, які включають визначення нормативних витрат сировини, втрат, економії або перевитрат сировини і жиру на прикладі одного або двох продуктів.

22.1. Контрольні задачі

22.1. Розрахувати нормативні витрати молока жирністю 3,8 % на виробництво 1 т вологодського масла з високожирних вершків. Вміст жиру у вершках становить 35 %. Нормативний вміст жиру в маслі – 82,7 %, у знежиреному молоці – 0,05 %, у пахті – 0,5 %. Гранично допустимі втрати жиру при переробці вершків у масло – 0,5 %.

22.2. Розрахувати витрати при первинній обробці, транспортуванні молока і виробництві вершків – 0,55 %, при виготовленні нормалізованого молока, у тому числі незбираного і знежиреного, на виробництво 1 т жирного сиру. Вміст у молоці жиру – 3,6 %, білка – 3,1 %. Коефіцієнт нормалізації – 1,05. Вміст жиру в знежиреному молоці – 0,05 %, у сироватці – 0,2 %. Втрати жиру при виробленні сиру – 3,4 % від кількості жиру в нормалізованому молоці. Нормативний вміст жиру в сирі становить 18,4 %.

22.3. Розрахувати нормативні витрати нормалізованого молока і його складових (незбираного і знежиреного або вершків) на виробництво 1 туб* згущеного стерилізованого молока. Вміст у молоці жиру становить 3,6 %, С33 – 8,2 %. Розрахунковий вміст жиру і С33 у згущеному стерилізованому молоці – 8,2 і 17,8 % відповідно. Гранично допустимі втрати згущеного молока – 0,75 %, жирність вершків – 30 %, С33 – 6 %.

22.4. Розрахувати нормативні витрати нормалізованої суміші на 1000 кг сухих вершків. Вміст жиру в молоці – 3,8 %, у вершках – 30 %, вміст С33 у вершках – 6,2 %. Розрахунковий вміст жиру і С33 у сухих вершках становить 43,5 і 54 %. Гранично допустимі втрати

* 1 туб – це 1000 банок загальною масою 400 кг.

сухих речовин молока при виробництві сухих вершків – 0,69 %. Вміст сухих речовин у молоці за вмістом у ньому жиру розраховують за формулою:

$$C_m = \frac{4,9J_m + A}{4} + 0,5 \%,$$

де $A = 28,5$.

22.5. Розрахувати нормативні витрати нормалізованого молока, у тому числі нерозбавленого і знежиреного, на виробництво 1 т голландського брускового сиру, нормативний вміст жиру в сухій речовині якого становить 46 %, вологи – 40 %. Гранично допустимі втрати жиру на виробництві голландського сиру становлять 3,6 %. Поправочний коефіцієнт при аналізі твердих сирів $K_1 = 1,036$. Вміст у молоці жиру – 3,7 %, білка – 3,2 %. Вміст жиру в знежиреному молоці – 0,05 %. Коефіцієнт перерахунку при визначенні жирності нормалізованого молока $K = 1,98$. Норма відходу сирної маси – 0,5 % від виробленого сиру.

22.6. Скільки напівжирного сиру можна виробити з 15000 кг молока, яке містить 3,8 % жиру і 3,2 % білка? Розрахунковий вміст жиру в сирі – 9,3 %, вміст жиру в сироватці – 0,2 %. Коефіцієнт перерахунку при визначенні жирності нормалізованого молока – 0,52, вміст жиру в знежиреному молоці – 0,05 %. Гранично допустимі втрати жиру на виробництві сиру – 3,4 %.

Скільки молока доведеться просепарувати для нормалізації? Скільки вершків жирністю 35 % залишиться від нормалізації?

22.7. Скільки любительського масла в дрібній розфасовці буде вироблено на масловиготовникові безперервної дії з 10000 кг молока жирністю 3,7 %? У маслі міститься 78,7 % жиру, у вершках – 38 %, у знежиреному молоці – 0,05 %, у пахті – 0,7 %. Гранично допустимі втрати жиру на стадіях вироблення вершків і масла становлять 0,55 і 0,5 % відповідно.

У промисловості витрати молока жирністю 3,7 % на 1 т масла становлять 22010 кг.

Скільки сухого знежиреного молока може бути одержано з знежиреного молока, що залишилося від сепарування? Вміст сухих речовин у знежиреному молоці прийняти за 8,6 %, у сухому нежирному молоці – 95 %. Гранично допустимі втрати знежиреного молока –

0,5 %, втрати сухих речовин на виробництві сухого нежирного молока – 2,3 %.

22.8. Скільки молока жирністю 4 % потрібно для виробництва методом перетворення високожирних вершків 2500 кг селянського несолоного масла? Розрахунковий показник: на 1 т селянського несолоного масла необхідно 18790 кг молока жирністю 4 %. Скільки сухого нежирного молока буде вироблено із знежиреного молока, одержаного при сепаруванні? Для врахування втрат прийняти коефіцієнт 0,995. Вміст сухих речовин у знежиреному молоці – 8,8 %. Норма витрат знежиреного молока, що містить 8,8 % сухих речовин, на 1 т сухого молока 11200 кг.

22.9. Скільки молока жирністю 3,6 % необхідно для виробництва 12 туб згущеного молока з цукром і 500 кг любительського масла методом збивання? Витрати нормалізованого молока жирністю 3,43 % на 1 туб становлять 1033 кг. Жирність вершків – 35 %, знежиреного молока – 0,05 %. Втрати жиру на виробництві вершків становлять 0,4 %, на виробництві масла – 0,48 %. Вміст жиру в маслі – 78,3 %, у пахті – 0,5 %.

22.10. Скільки молока жирністю 4 % необхідно для виробництва 1500 кг сухого молока і 750 кг любительського масла методом збивання у масловиготівнику безперервної дії в дрібній розфасовці? Витрати нормалізованого молока на 1 т сухого молока становлять 8501 кг. Жирність нормалізованого молока – 3,09 %, знежиреного молока – 0,05 %. Витрати молока на 1 т любительського масла – 20320 кг.

22.11. Скільки молока жирністю 3,6 % необхідно для виробництва 2500 кг ярославського сиру жирністю 46 % і 2000 кг вологодського масла методом перетворення високожирних вершків? Вміст білка в молоці – 3 %, коефіцієнт перерахунку при визначенні жирності нормалізованого молока – 2,02. Вміст жиру в вершках – 35 %, у знежиреному молоці – 0,05 %.

Витрати нормалізованого молока на 1 т ярославського сиру – 12290 кг. Витрати молока жирністю 3,6 % на 1 т вологодського масла – 23710 кг.

22.12. Визначити втрати молока і жиру в сирному цеху, якщо з 2200 кг нормалізованого молока, яке містить 3,2 % жиру, одержано 342 кг сиру жирністю 18,4 % і 1820 кг сироватки жирністю 0,25 %.

22.13. Визначити економію або перевитрати молока і жиру, якщо з 21200 кг молока жирністю 3,6 % вироблено перетворенням високожирних вершків 892 кг вологодського масла. Витрати молока жирністю 3,6 % на виробництво 1 т вологодського масла становлять 23710 кг.

22.14. Визначити втрати жиру при виробництві сиру, якщо з 22750 кг нормалізованого молока жирністю 3,3 % вироблено 2080 кг російського сиру, у сухій речовині якого міститься 52 % жиру; вологість сиру становить 40 %. Вміст жиру в сироватці – 0,38 %. Кількість сироватки – 75 % від кількості нормалізованого молока.

22.15. На виробництво 1756 кг російського сиру жирністю 51 % і 47 кг вершкового масла способом перетворення високожирних вершків витрачено 18700 кг молока, що містило 3,7 % жиру і 3,2 % білка. Визначити економію або перевитрати молока і жиру, якщо коефіцієнт перерахунку при визначенні жирності нормалізованого молока дорівнює 2,15. Норма витрат нормалізованого молока на 1 т сиру – 10681 кг. Норма витрат молока жирністю 3,7 % на 1 т масла – 23060 кг.

22.16. Визначити економію або перевитрати молока і жиру, якщо з 18772 кг молока жирністю 3,9 % одержано 10 туб згущеного молока з цукром і 500 кг селянського масла в дрібній упаковці. Жирність нормалізованого молока – 3,56 %, витрати його на 1 туб – 994 кг. Норма витрат молока жирністю 3,9 % на 1 т масла становить 19420 кг. Жирність знежиреного молока – 0,05 %.

22.17. Визначити економію або перевитрати нормалізованого молока на 1 т сиру, якщо з 100000 кг молока жирністю 3,7 % одержано 8209 кг ярославського сиру. Жирність нормалізованого молока – 2,9 %, вершків – 30 %. Норма витрат нормалізованого молока жирністю 2,9 % на 1 т сиру – 11850 кг.

22.18. Визначити економію або перевитрати нормалізованого молока на 1 т сухого молока, якщо з 50000 кг молока, яке містить 3,6 % жиру і 8,3 % СЗЗ, одержано 5744 кг сухого молока. Жирність вершків, отриманих при нормалізації, – 35 %, жирність знежиреного молока – 0,05 %. Вміст сухих речовин у сухому молоці – 97 %. Втрати сухих речовин на виробництві сухого молока становлять 0,69 %.

22.19. Вироблено 545 кг любительського масла жирністю 78,3 %, при цьому витрачено 11700 кг молока жирністю 3,8 %. Вміст жиру у

вершках становить 35 %, у знежиреному молоці – 0,05 %, у пахті – 0,5 %. Гранично допустимі втрати жиру на виробництві вершків – 0,4 %, масла – 0,48 %. Визначити нормативні і фактичні витрати молока на виробництво 1 т масла.

22.20. Скільки молока жирністю 3,6 % потрібно для виробництва 2000 кг вологодського масла? Вміст жиру у вершках становить 35 %, у знежиреному молоці – 0,05 %, в маслі – 82,7 %, у пахті – 0,5 %. Втрати жиру на виробництво вершків і масла відповідно дорівнюють 0,55 і 0,5 %.

22.21. Скільки любительського масла в дрібній розфасовці буде вироблено на масловиготовникові безперервної дії з 10000 кг молока жирністю 3,7 %? Вміст жиру в маслі – 78,7 %, у вершках – 38 %, у знежиреному молоці – 0,05 %, у пахті – 0,7 %. Втрати жиру на виробництво вершків і масла відповідно дорівнюють 0,55 і 0,5 %.

22.22. Скільки молока жирністю 4 % необхідно для вироблення методом перетворення високожирних вершків 2500 кг селянського несолоного масла ? Жирність вершків – 38 %, знежиреного молока – 0,05 %, пахти – 0,6 %, масла – 72 %. Гранично допустимі втрати на стадії виробництва вершків становлять 0,55 %, на стадії виробництва масла – 0,5 %.

22.23. Вироблено 543 кг любительського масла жирністю 78 %, при цьому витрачено 11500 кг молока жирністю 3,8 %. Жирність вершків – 35 %, знежиреного молока – 0,05 %, пахти – 0,65 %. Визначити нормативні і фактичні витрати молока на виробництво 1 т масла. Гранично допустимі втрати жиру на виробництво вершків – 0,55 %, масла – 0,45 %.

ГЛАВА 23. ТЕХНОЛОГІЯ М'ЯСА

23.1. Загальні відомості з технології м'ясопродуктів

М'ясна промисловість є однією з найбільших галузей харчової промисловості. Вона виробляє харчову продукцію, цінну технічну продукцію, кормові і медичні препарати. До них входять: м'ясо, субпродукти, солоності, шинкові вироби, ковбасні вироби, м'ясні банкові консерви і концентрати, харчові тваринні жири, технічні жири, кормова мука і борошно. Це також продукти з крові: кров'яні ковбаси, альбумін, кров'яна сироватка, гематоген, кровозамінювачі, білковий гідролізат, технічний альбумін, що використовується у виробництві клею, текстильній промисловості, фотографії як піноутворювач; шкіри для шкіряного і хутряного виробництва і желатин.

Підприємства м'ясної промисловості можуть бути найпростіші, такі як бойня, холодобойня, м'ясопереробні заводи, ковбасні фабрики, заводи органопрепаратів, клейові і желатинові виробництва, а можуть бути м'ясокомбінати.

23.2. Сировина для виробництва м'яса

Сировиною для м'ясної промисловості є продуктивні сільськогосподарські тварини. При виробництві харчової, технічної і лікувальної продукції як сировину використовують частини тіла тварин і птиці, що їх відокремлюють у процесі забою й оброблення.

23.3. Технологічна схема виробництва м'яса

Худобу на м'ясопідприємство доставляють гоном або різними видами транспорту. Переганяють худобу на близьку відстань, як правило, у пасовищний період. Доставлену худобу здають за відповідними документами з дозволу ветеринарного нагляду. Після огляду худобу сортують за вгодованістю, статтю, віком і зважують. Велику рогату худобу зважують окремо кожну голову. Свиней і дрібну рогату худобу зважують партіями.

Здорову худобу після приймання розміщують на скотобазі, що розрахована на утримання тварин до трьох діб, щоб уникнути втрат. Відпочилу здорову худобу направляють у цех передзабійного утримання. Худобу готують до переробки, тобто ставлять на голодну витримку протягом 12–24 год у залежності від виду худоби. Витримка потрібна для звільнення шлунково-кишкового тракту від умісту. За 2–3 год до забою тварин піддають ветеринарно-санітарному оглядові і термометруванню, але перед цим припиняють водопій. Потім тварин миють, або обмивають їм ноги, і передають у передзабійні зони, які розраховані на 1,5–2-годинну продуктивність цеху.

Технологічний процес забою худоби включає такі операції: оглушення, знекровлювання, забійовка і знімання шкіри, витягування внутрішніх органів, подовжнє розпилювання туш, туалет, оцінка якості м'яса і зважування.

Оглушення проводять для великої рогатої худоби і свиней, щоб здійснити більш повне знекровлювання і забезпечити безпеку роботи. Дрібну худобу не оглушають. У результаті оглушення тварини втрачають чутливість і здатність рухатися. Операцію проводять або механічним впливом (кинджал, молот, апарати, що стріляють), або електрострумом і двоокисом вуглецю.

Знекровлювання проводять для поліпшення якості м'яса й створення умов для проведення наступних операцій. Тривалість операцій 6–8 хв. Кров від трьох – чотирьох голів збирають окремо щоб уникнути змішування з кров'ю хворих тварин і протягом 25–30 хв з моменту знекровлювання передають на переробку (з урахуванням ветеринарно-санітарного огляду туш).

Знімання шкіри – трудомісткий процес. Зазвичай його роблять у дві стадії: частково вручну, або забійовка (надрізи, від'єднання від тканини), і остаточна механічне знімання. Зі свиней шкіру знімають не завжди, а лише тоді, коли свинина призначається для реалізації або вироблення ковбаси. В інших випадках свинячі туші обробляють у шкірі, провівши операцію шпарки при температурі 62–65 °С протягом 3–4 хв. Потім видаляють щетину в машинах для скобління і обпалюють у спеціальних обпалювальних печах. При рясному змочуванні водою ножами збирають згорілий шар епідермісу. Технологічна схема включає такі стадії (рис. 23.1):

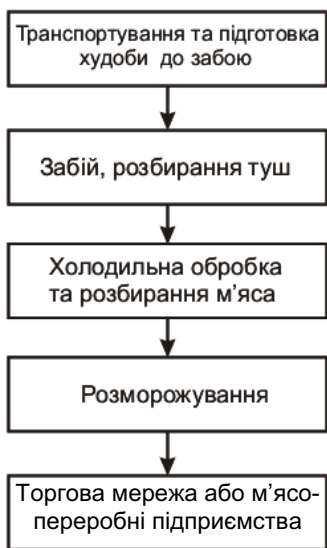


Рис. 23.1. Функціональна схема виробництва м'яса.

Витягування внутрішніх органів – нутровка. Цю операцію роблять не пізніше, ніж через 30 хв після знекровлювання. Органи витягують у горизонтальному або вертикальному положенні туш. Попередньо проводять ряд попередніх операцій: розтяжку туші, розпилювання грудної кістки. Витягнуті органи передають у відповідні цехи. На великих м'ясокомбінатах є великі поточно-механічні лінії по забою і переробці худоби кожного виду (є універсальні лінії).

Після витягування органів туші великої рогатої худоби і свиней розділяють на дві половини (напівтуші). Туші дрібної худоби не розпилюють. Для розпилювання застосовують електричні пилки.

Перед оцінкою якості туш проводять добір проб на трихинелоскопіювання, для чого беруть з ніжки діафрагми шматок маси – 80 г. Пробу розглядають під проекційним мікроскопом. Тривалість дослідження до 15 хв. При виявленні більш як шести трихинелл (паразитів) тушу знищують шляхом спалювання або передають на технічні цілі. Доки йдуть дослідження, проводять сухий туалет туші. Він полягає у видаленні залишків діафрагми, жиру з внутрішніх частин, різних забруднень і крововиливів. При сприятливому аналізі приступають до мокрого туалету – миття напівтуш теплою водою, температура якої 40–50 °С. Потім проводять підсушування і клеймування, а потім приступають до зважування, огляду і ставлять штамп якості.

Найкращим способом консервування м'яса є обробка холодом.

Відразу після забою одержують парне м'ясо, температура якого 36–37 °С. М'ясо, що охолонуло в природних умовах до 4 °С, називають остиглим. М'ясо, охолоджене до 4–1 °С, називають підмороженим. Охолоджене до температури не вище –8 °С називають мороженим.

Метою охолодження м'яса є швидке відведення тепла і створення на поверхні туші кірки підсихання для того, щоб сповільнити проникнення усередину мікроорганізмів. Для зменшення усушки м'яса вологість повітря повинна бути досить великою – 90–95 %. Бажано тушу обгорнути вологою тканиною.

Після охолодження м'ясо направляють на зберігання при низьких мінусових температурах або в ковбасне виробництво, або на реалізацію.

Метою заморожування є запобігання мікробного псування при тривалому низькотемпературному зберіганні. Існують різні параметри заморожування від температури 10 °С до 60 °С. Однак тут важлива не стільки сама температура, скільки швидкість процесу заморожування, тому що швидкість впливає на процеси кристалізації води в тканинах. Від розмірів кристаліків води залежить цілісність тканини.

Вигідніше заморожувати м'ясо в дрібних відрубках.

У процесі тривалого збереження навіть при низьких температурах у м'ясі відбуваються біохімічні і фізико-хімічні зміни. У цей період окислюються жири, змінюється структура білків, зменшується водозв'язуюча здатність тканини. Після розморожування збільшуються втрати соку, збільшується твердість м'яса.

Перед використанням м'ясо розморожують. Ціль розморожування – одержати продукт за властивостями, близькими до охолодженого м'яса. Необхідно відзначити, що повного відновлення первісних властивостей не відбувається.

Теплоносієм при розморожуванні є повітря, пароповітряна суміш або рідина (вода, розсіл). У залежності від температури розморожування буває повільним і швидким. При повільному розморожуванні на повітрі первісна температура в камері 0 °С, вологість 90 %. Потім температуру спочатку підвищують до 6–8 °С, а далі – знижують до нуля. При цих підвищеннях і зниженнях температури вологість повітря в камері 70 %. Тривалість розморожування яловичих напівтуш 3–5 діб. Недолік повільного розморожування – великі втрати маси й утворення темної кірки.

Швидке розморожування проводять у повітряному середовищі при температурі повітря 12–20 °С, вологість – 55–60 %. Тривалість процесу 15–25 год. Втрати при цьому розморожуванні теж великі, поверхня м'яса стає щільною і сухою.

Є спосіб розморожування в пароповітряному середовищі при температурі 4–5 °С протягом 16 год, а якщо температура пароповітряної суміші складає 20–25 °С, то протягом 10–12 год. Але якість м'яса при цьому способі розморожування погіршується, з'являється гнильний запах.

Розморожування в рідкому середовищі ефективне, якщо проводиться в упакованні, тобто безконтактним способом.

Сублімаційне сушіння – це найкращий спосіб збереження вихідних властивостей продукту. Це сушіння здійснюється шляхом зневоднювання замороженого продукту сублімацією льоду. Процес проводиться під вакуумом. Наступне відновлення сублімованих продуктів дозволяє одержувати продукти, що наближаються за своїми властивостями до вихідного.

ГЛАВА 24.

ТЕХНОЛОГІЯ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

24.1. Загальна характеристика виробів

Ковбасні вироби відносять до числа найбільш розповсюджених видів м'ясопродуктів. Асортимент ковбасних виробів дуже великий і включає варені, напівкопчені, копчені, сирокопчені, субпродуктові ковбаси і вироби зі свинини і яловичини. Крім власне ковбас і подібних до них м'ясопродуктів (сосиски, сардельки), до них відносять холодець і заливне. Розходження між ними обумовлені видом і властивостями сировини, рецептурою складу, характером і особливостями технологічної обробки, специфічними зовнішніми властивостями і структурою продукту.

Для технології ковбасних виробів характерна трансформація клітинної структури вихідної сировини у своєрідну структуру, властиву тому або іншому виду ковбасного продукту.

Однак основна відмінна риса кожного виду виробу обумовлена властивостями сировини. У цьому зв'язку ковбасні вироби можуть бути розбиті на групи.

Головна складова частина виробів з м'яса: яловичина, свинина, баранина, конина, м'ясо птиці й ін. До них відносяться варені і запечені вироби: ковбаси, сосиски, сардельки, фаршировані ковбаси, м'ясні хліби. Вони призначаються для негайної реалізації (термін збереження до двох діб). До цієї ж групи відносять ковбаси, що піддають більш – менш тривалим копченню і сушінню в сирому або вареному вигляді, від чого і залежить тривалість зберігання: варено-копчені (напівкопчені і власне варено-копчені або літні); їх можна зберігати при температурі +8 °С в упакованому вигляді до 30 діб; сирокопчені (твердокопчені), що коптять і сушать у сирому виді до невеликої вологості; їх випускають у розрахунку на тривале зберігання. При температурі +8 °С ці ковбаси можна зберігати в гарному упакованні до 12 місяців.

Ліверні вироби виробляють з паренхіматозних органів з додаванням вареного м'яса або продуктів забою, багатих колагеном, у вигляді ковбас і паштетів. Для зберігання вони непридатні.

Желатиновмісні вироби виготовляють із сировини, багатої колагеном, з додаванням м'яса або субпродуктів. Випускають їх у вигляді холодців і зельців. Останні відрізняються від холодців великим вмістом цінних у харчовому відношенні продуктів (м'яса, субпродуктів) і наявністю оболонки.

Кров'яні вироби містять у своєму складі більшу або меншу кількість крові поряд з іншими видами сировини. Кров'яні вироби виготовляються у вигляді ковбас (копчених і варених), кров'яних хлібів і зельців.

Частину ковбасних виробів (варених і ліверних ковбас, паштетів) виробляють по рецептурах, що забезпечують дієтичне призначення продукту.

У ковбасних виробках стандартами обмежується кількість солі і вологи відповідно до характерних властивостей продукту.

24.2. Сировина для ковбасних виробів

Загальними для усіх видів сировини є санітарно-гігієнічні вимоги. Сировина повинна бути від здорових тварин, свіжою, без ознак мікробіального псування і згіркнення жиру. Усякого роду забруднення, підбитості, синці, клейма повинні бути вилучені (крім нанесених червоною харчовою фарбою). Після смерті тварини мікроорганізми з кишечника швидко поширюються в тканинах, тому не можна використовувати м'ясо і субпродукти, якщо тушу була нутрована більше, ніж через дві години після забою. Крім загальних вимог, до кожного виду сировини пред'являють ще і специфічні вимоги з урахуванням виготовленої продукції і її технології.

Для більшості варених ковбасних виробів переважно використовують яловичину другої категорії нестандартну в парному стані, коли вона має максимальну водозв'язуючу здатність. Для виготовлення яловичих сосисок і сарделек вживають м'ясо з між'язовим і підшкірним жиром. Для сирокочених ковбас найкращою сировиною є м'ясо бугаїв, що містить незначну кількість (3–4 %) внутрім'язового жиру. Воно дає найбільший вихід м'яса вищих сортів при жилюванні (відділенні пліви, сухожилля, хрящів і т.д.).

Виробництво копченостей, м'ясних та ковбасних виробів можна подати у вигляді схеми (рис. 24.1).



Рис. 24.1. Функціональна схема виробництва ковбас.

Усю свинину, що надходить на виробництво, перевіряють на відсутність трихінельозу. У залежності від рецептури свинина може входити до складу ковбасного фаршу разом з жиром і без нього.

Бажаного співвідношення жирової і м'язової тканини досягають відповідною обробкою або раціональним використанням окремих частин (напівтуші). М'ясо невихолощених самців непридатне для сирово-копчених виробів.

Для ковбасних виробів баранину вживають порівняно рідко. Це пояснюється труднощами операції відділення м'яких тканин від кістки (обвалка) і специфічним запахом і смаком баранини.

Для виробництва ковбасних виробів придатне м'ясо кінське, козяче, верблуже, кроляче, оленяче й інших тварин, якщо його прийнято вживати в їжу. Ковбасні вироби виробляють також з м'яса птиці, звичайно, це нестандартна сировина.

Деякі субпродукти, що мають високу харчову цінність, можуть бути сировиною для вироблення спеціальних, у тому числі і дієтичних, сортів ковбасних виробів. До них відносяться печінка, мозок (для ліверних виробів), язик (для фаршированих ковбас). Субпродукти, що мають м'язову тканину (діафрагми, м'ясо голови, серце, пікальне м'ясо), придатні для вироблення варених ковбас більш низьких сортів. Легені, рубці, сичуги використовують для низькосортних ліверних виробів. Субпродукти, що містять багато колагену (губи, вуха, ноги, свиняча шкіра), служать сировиною для вироблення холодців і зельців. Субпродукти можна вживати в парному, охолодженому і замороженому стані. Вони повинні бути добре очищені і промиті. До субпродуктів пред'являються ті ж санітарно-гігієнічні вимоги, що і до м'яса.

Для вироблення ковбасних виробів можна використовувати кров усіх видів забійних тварин, м'ясо яких допущено в їжу. Як матеріал сполучної частки фаршу можна вживати кров'яну сироватку (1 л сироватки замінює 15 яєць).

У ковбасні вироби зазвичай додають свинячий жир, що має приємний смак і більш високу в порівнянні з іншими тваринними жирами харчову цінність. Використовують свинячий шпик, а також міжм'язовий жир у складі жирної свинини. Коли відповідно до рецептури до складу продукту шпик повинен входити у вигляді шматочків, вживають твердий або напівтвердий шпик.

Якщо відповідно до рецептури до складу виробів входить яловичий жир, як сировину використовують підшкірний жир, сальник і навколонишковий жир. Для деяких виробів придатний баранячий курдюк.

Крім м'яса і тваринних жирів, у ковбасному виробництві знаходять застосування й інші харчові продукти тваринного і рослинного походження. Деякі з них, як, наприклад, молоко, вершкове масло, сир, яйця (або меланж) і інші, додають у фарш для підвищення харчової цінності ковбасних виробів, інші – для збільшення в'язких властивостей фаршу (пшеничне борошно, картопляний або рисовий крохмаль). Усі ці види сировини повинні відповідати вимогам стандартів.

Спеції і прянощі додають у фарш для своєрідного смаку і запаху, що обумовлені наявністю в їхньому складі ефірних олій або гострих смакових речовин. Деякі спеції і прянощі являють собою плоди рослин (чорний і білий перець, перець червоний стручковий, перець

гвоздичний, кардамон, аніс, кмин, коріандр, цибуля, часник) або їхнє насіння (мускатний горіх, фісташка). Прянощами можуть служити й інші частини рослин.

Спеції і прянощі, що використовують у ковбасному виробництві, повинні відповідати стандартам.

Призначення оболонки – охороняти ковбасні вироби від впливу зовнішніх факторів, здатних призвести до псування продуктів: механічних ушкоджень, забруднень, вологи, мікроорганізмів і т. ін. Поряд з цим завдяки оболонці зберігається визначена форма і розміри продукту, найбільш зручні для наступних технологічних операцій і для торговельної мережі. Оболонка повинна бути міцною, щільною, еластичною, не гігроскопічною і стійкою до дії мікроорганізмів. Оболонки виробів, які піддають копченню і сушінню, повинні мати достатню газо- і вологопроникність. В інших випадках, навпаки, бажана мінімальна вологопроникність. З метою механізації й автоматизації виробництва необхідні стандартні розміри оболонки. Для сосисок бажана їстівна оболонка.

Для ковбасних виробів використовують два типи оболонки: кишкові і штучні. Кишкові оболонки відповідають більшості вищеперерахованих вимог. Їхніми істотними недоліками є: нестандартні за розмірами, їхнє вироблення і підготовка до використання зв'язані з великими витратами праці.

Штучні оболонки бувають декількох видів: виготовлені на білковій основі, з целюлози, зі штучних полімерів і альгінової кислоти.

Застосування штучних оболонки у ковбасному виробництві відкриває великі можливості механізації й автоматизації виробництва і перехід його на безперервний потік. Однак усі вони мають ті або інші недоліки.

24.3. Технологічний процес виготовлення ковбасних виробів

24. 3.1 Засіл м'яса

Під засолом розуміють обробку м'яса кухонною сіллю і витримку його протягом часу, достатнього для рівномірного розподілу солі і завершення тих внутрішніх процесів, що додають м'ясу або м'ясопродукту бажані властивості. Розрізняють тривалий засіл – три-

валістю від декількох діб до декількох тижнів; короточасний засіл – тривалістю в кілька годин. Тривалий засіл застосовують при виробленні ряду сортів копчених і в'ялених ковбас; короточасний – при виробництві варених ковбасних виробів.

Засіл м'ясопродуктів є складною сукупністю різних за своєю природою процесів, що протікають протягом деякого часу в присутності солі і інших інгредієнтів для засолу, таких як нітрати і нітрити, що забезпечують м'ясу рожево-червоний колір; цукор, який необхідний для поліпшення смаку продукту (зм'якшення його солоності), для збільшення стійкості забарвлення солоних продуктів і для життєдіяльності молочних бактерій.

У промисловій практиці користуються трьома способами засолу штучних виробів: мокрим, сухим і змішаним (комбінованим). При засолі м'яса для ковбасних виробів кількість солі що вводять в м'ясо, залежить від виду готової продукції. До м'яса, призначеного для виготовлення варених виробів, додають точну кількість солі, що забезпечує задовільний смак (солоність) готового продукту: 2–2,5 % солі до маси м'яса. У м'ясо, призначене для вироблення напівкопчених і копчених ковбас, додають стільки солі, щоб її концентрація після подальшої обробки продукту виявилася достатньою для пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів: 3–3,5 % солі від маси м'яса. Тривалість витримки м'яса в засолі залежить від розмірів шматків: 2–3 мм; 16–25 мм; 400 г і відповідно дорівнює 6–12 год; 24 год; 2 доби.

Швидке охолодження м'яса після засолу за допомогою глибокого вакууму дозволяє витримувати м'ясо 1 – 2 доби без небезпеки псування.

Засіл м'яса і м'ясопродуктів проводять у бочках, чанах і шухлядах. Бочки рекомендують виготовляти з твердих порід дерев – дуба, бука, чинари.

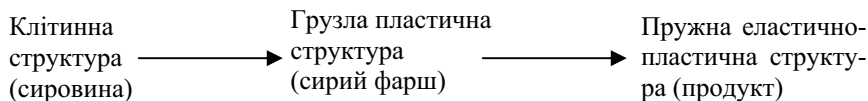
Засолочні чани виготовляють із залізобетону й облицьовують зовні і зсередини глазурованими плитками.

24.3.2. Виготовлення фаршу

Фаршем називають суміш відповідним чином приготовлених складових частин, узятих у кількостях, передбачених рецептурою для даного виду і сорту ковбасних виробів. У залежності від виду (сорту) виробу він може бути мікроскопічно однорідним або містити більш –

менш великі шматочки не зруйнованої жирової тканини. Роль сполучної ланки в обох випадках виконує м'ясна частина фаршу.

З погляду зміни структури м'ясної частини фаршу сутність виготовлення ковбасних виробів може бути виражена схемою:



Готування фаршу з желованого м'яса (звільненого від плівки, сухожиль, хрящів, судин і т.ін.) включає процеси здрібнювання (руйнування клітинної структури) і змішування складових частин фаршу, дозованих відповідно до рецептури. У залежності від виду ковбасних виробів ступінь здрібнювання варіюється від шматків розміром 4–25 мм до практично цілком гомогенізованої сировини. М'ясо подрібнюють на здрібнювачах різної конструкції і принципу дії. Продуктивність їх коливається в широких межах від 1–3 т/год до 6,5 т/год, а іноді до 11–15 т/год.

Шпик, жирну і напівжирну свинину, яловичий і баранячий жири, що вводяться у фарш у шматочках, подрібнюють на шпикорізці або вовчку.

Далі приступають до складання фаршу. Рецептурою встановлюється точне кількісне співвідношення складових частин фаршу, його властивості і стан. Отже, рецептура з урахуванням кількості води визначає якість і вихід готової продукції. Вид, найменування і сорт ковбас знаходяться у прямій залежності від рецептури.

У кожній рецептурі є три категорії складових частин: сировина, спеції, сіль і селітра (нітрити). До сировини відносять ті складові частини фаршу, що містять поживні речовини: м'ясо, жир, субпродукти, молочні і рослинні продукти, крохмаль і т.ін.

Складові частини фаршу повинні бути рівномірно розподілені у всьому об'ємі і добре зв'язані одні з одними. Консистенція сирого фаршу повинна мати високі в'язкопластичні властивості. І те, й інше досягається досить тривалим і ретельним вимішуванням складових частин фаршу.

У ковбасному виробництві користуються мішалками різних типів. Механізм, що змішує у фаршемішалках, утворюють лопаті різної форми, які насаджені на двох валах, що обертаються назустріч один одному з різною швидкістю.

При вимішуванні в мішалку спочатку завантажують яловичину і нежирну свинину і пускають у хід лопаті мішалки. Потім, якщо потрібно, додають холодну воду. Через 6–8 хв перемішування вводять спеції і нітрит, якщо він не був доданий раніше. Після цього завантажують жирну свинину, а за 2–3 хв до закінчення перемішування – шпик. Під час перемішування його шматочки не повинні деформуватися, вони повинні рівномірно розподілятися в об'ємі маси. Готовність фаршу визначають за часом перемішування і станом фаршу. Фарш повинен бути однорідним і досить клейким, прилипати до поверхні лопаті. Тривалість перемішування залежить від властивостей фаршу, коефіцієнта завантаження і складає: для фаршу варених ковбас – 20 хв, напівкопчених – 12 хв, копчених – 10 хв.

Зі спеціями у фарш заноситься велика кількість мікробів. Тому перед внесенням у фарш їх стерилізують. Крім цього, необхідно підтримувати високий санітарно-гігієнічний рівень виробництва.

24.3.3. Формування (шприцювання ковбас)

Процес формування включає операції: заповнення оболонки (шприцювання), в'язання і штриковку ковбас, навішення ковбас на ціпки і рами. Перед застосуванням кишкових оболонок перевіряють їх якість і стан. Установлено, що обробка кишкових і білкових оболонок у 5% розчині молочної кислоти сприяє прискоренню сушіння сирокочпчених ковбас. Цілість і міцність оболонок перевіряють стисненим повітрям. Оболонки, якщо це необхідно, нарізають на шматки потрібних розмірів. Один кінець шматка міцно зав'язують шпагатом.

Шприци являють собою машини, що працюють за принципом насосів періодичної або безперервної дії. Фізична природа процесу шприцювання – це пластична деформація фаршу, що здійснюється його продавлюванням через насадку (цівку). Цівка являє собою металеву трубку з конічним розширенням на тім кінці, що прикріплюється до патрубку шприца. Заповнюють оболонку фаршем через цівки, на які натягають оболонки. Діаметр цівки повинен відповідати діаметрові оболонки. Продуктивність машини 1200–1600 кг/год. В'язання батонів шпагатом застосовується для збільшення їхньої твердості. Операція в'язання включає: зав'язування відкритого кінця оболонки після наповнення її фаршем, зав'язування петлі для навішення батона на ціпки і перев'язку (шнурівку) батона відповідно до виду і сорту ковбаси і властивостей оболонки. В'язання батона зараз механізовано.

На відміну від ковбас сосиски не в'яжуть, а відкручують, розділяючи нашпицьовану оболонку на батончики довжиною 10–15 см. Ця операція легко механізується. У процесі шприцювання разом з фаршем в оболонку попадає повітря. У місцях, де залишається повітря, після варіння можуть з'явитися скупчення бульйону. Для виходу повітря на наступних стадіях виробництва оболонку наколюють (штрикують). Робити це треба акуратно, інакше при варінні батонів через ці отвори може видавлюватися фарш, що утворює так звані напливи. Віскозні оболонки не штрикують.

Нашпицьовані ковбаси негайно навішують на ціпки, які розміщують на рамах у 4–5 ярусів. Рами можна пересувати по підвісних коліях. Батони розміщують на рамах так, щоб вони не стикалися один з одним.

24.3.4. Осадка ковбас

Осадка ковбас – це витримка нашпицьованих в оболонку ковбас у підвішеному стані. Розрізняють осадку короткочасну (2–3 год для варених і до 6 год для напівкопчених ковбас) і тривалу (7–10 діб для сирокочених). Розходження в тривалості осадки для різних ковбасних виробів обумовлені різними цілями, що досягаються в ході осадки. Короткочасне осідання переслідує дві мети: тиксотропне відновлення коагуляційної структури фаршу і забезпечення хімічних перетворень нітриту, зв'язаних зі стабілізацією його забарвлення. Швидкість витікання фаршу з ціпки в процесі шприцювання значно перевищує межу, за якою починається течія зі зруйнованою структурою. Як наслідок, по-перше, виникають дефекти в структурі готового продукту, по-друге, руйнування структури призводить до збільшення частки слабко зв'язаної вологи. Це підвищує інтенсивність її випаровування під час обсмажування і призводить до деякого зниження виходу. Для утворення з нітриту достатньої кількості оксиду азоту, що вступає у взаємодію з міоглобіном, необхідний деякий проміжок часу.

При тривалому осіданні першорядного значення набувають процеси, що зв'язані з життєдіяльністю мікроорганізмів, активністю ферментів тканин і властивостями білкових речовин. Ці процеси починаються під час осадки, продовжуються в період копчення і сушіння сирих виробів і позначаються на властивостях готової продукції.

У сирому фарші присутня велика кількість гнильних бактерій, кишкова паличка. Тому, щоб виключити небажані наслідки, тривалу

витримку фаршу при виробництві сирокочених ковбас проводять при температурі 0 °С. Ця температура пригнічує і припиняє розвиток більшості гнильних мікроорганізмів. Разом з тим при цій температурі розвиваються деякі корисні або нешкідливі бактерії, здатні пригнічувати життєдіяльність багатьох інших, ріст яких небажаний.

Під час осадки відбувається підсушування поверхні, і це поліпшує умови наступного обсмажування.

24.3.5. Копчення й обсмажування

Копчення й обсмажування – це обробка м'ясопродуктів коптільним димом. Обсмажування відрізняється від копчення короткочасною обробкою при значно більших температурах коптільного диму.

Коптять м'ясопродукти при різному температурному режимі: 18–20 °С (холодне копчення), 35–50 °С (гаряче копчення), 70–120 °С (запікання в димі). Температурний режим копчення поряд зі станом продукту (сирий, варений) визначає характер його внутрішніх змін, а тривалість процесу – глибину їх розвитку.

Коптільний дим являє собою складну дисперсійну систему типу аерозолі, у якому присутні більш великі частки золи і вуглецю (сажі). Дисперсійним середовищем є парогазова суміш, що складається з повітря, газоподібних продуктів горіння, пари коптільних речовин і водяних парів. Дисперсна фаза представлена частками рідких і твердих речовин – продуктів неповного згорання деревини. Основна (частина) маса коптільних речовин зосереджена в дисперсній фазі.

Звичайний коптільний дим утворюється в результаті термічного розкладання деревини, що називають тлінням.

Механізм копчення складається з двох фаз: осадження або відкладення коптільних речовин на поверхні і переносу їх від поверхні до центральної частини продукту. Зовнішній перенос зв'язаний з явищами коагуляції дисперсних часток і конденсації речовин, що знаходяться в пароподібному стані. Рушійною силою внутрішнього переносу коптільних речовин є градієнт концентрації цих речовин.

Сирокочені ковбаси коптять при температурі 18–12 °С для запобігання денатурації білків і мікробіального псування продукту. Тривалість копчення від 2 до 5 діб у залежності від сорту ковбас. У копчення ковбаси надходять з вологістю 100–150 % до сухої речовини. У ході копчення в результаті випару віддаляється 15–20 % цієї

вологи. Зневоднювання в процесі має позитивне значення, оскільки стандартами обмежується вологість продукту. Разом з тим випаровування води супроводжує виникнення нерівномірності розподілу вологості по перетину батона. Чим нерівномірніше розподілена вологість, тим більше розходження в структурі і властивостях продукту по об'єму.

Напівкопчені ковбаси коптять після варіння. Денатурація білків і майже повне знищення вегетативної мікрофлори у фарші дають можливість застосовувати більш високі температури копчення, а виходить, і скорочувати тривалість процесу. Ці ковбаси коптять при температурі 35–50 °C відповідно 24 і 12 год. Одночасно з копченням відбувається зневоднювання продукту, випаровується 5–10 % води до початкової маси продукту.

Варено-копчені ковбаси коптять двічі: до і після варіння. Перше копчення здійснюють при температурі 50–60 °C протягом 60–120 хв. Після варіння ковбаси прохолоджують при температурі 10–15 °C протягом 3–5 год, а потім коптять 24 год при температурі 40–50 °C або 48 год при температурі 30–35 °C.

Обсмажування ковбасних виробів – наступна стадія процесу. У залежності від товщини стінки оболонки і розмірів зразка тривалість обсмажування змінюється в межах від 30–40 (для сосисок) до 180 хв (для ковбас). При цьому спочатку температуру підтримують на рівні 40–60 °C, поступово підвищуючи її до максимальної: для сосисок і сардельок до 100 °C, для ковбас до 120 °C.

У результаті обсмажування кишкова оболонка і поверхневий шар продукту під оболонкою дубляться, здобуваючи підвищену механічну міцність і велику стійкість до мікроорганізмів. Поверхня ковбасних виробів офарблюється в бурувато-червоний колір із золотавим відтінком. Продукт набуває специфічного запаху і смаку коптильних речовин.

Техніка копчення й обсмажування наступна. У м'ясній промисловості користуються трьома типами коптилень: стаціонарними, автокоптильнями і коптильнями з централізованим диморозподілом. Загальним для усіх є камера для розміщення виробів і пристрій для одержання диму, підтримки температури і регулювання швидкості повітря. Відносну вологість повітря в коптильні намагаються підтримувати на рівні 60 – 65%.

Обсмажують ковбасні вироби або в спеціальних камерах, що нагадують стаціонарні коптильні, або в секціях термоагрегатів безперервної дії. Для одержання повітряно-димової суміші топки влаштовують або під камерами або виносні; може мати місце і централізований розподіл.

24.3.6. Варіння ковбасних виробів

Середовищем для варіння ковбасних виробів служить гаряча вода або гостра пара. Варіння у воді має деякі переваги: зберігається більш яскраве забарвлення поверхні виробів, спостерігаються менші втрати маси і менша зморщуваність, краще зберігаються під час варіння не обсмажені кишкові оболонки. Однак при цьому способі варіння великі витрати ручної праці. Для водного варіння користуються котлами різної конструкції, що обігріваються глухою парою.

Варіння гострою парою вигідніше і зручніше тим, що дозволяє завантажувати виріб разом з рамами. Застосовують варіння у вологому циркулюючому повітрі, тобто в пароповітряному середовищі. Варіння гострою парою роблять у варильних камерах, споруджених з цегли і цементної штукатурки або в металевих шафах. Камери обладнані приладами для вимірювання температури і пристроями для її регулювання. Розміри їх відповідають рамам, що завантажуються в них. В одній камері одночасно варто варити один вид і сорт виробів в однаковій оболонці і того самого розміру. Температура навколишнього середовища повинна бути близькою до 100 °С, під час варіння вона підтримується на рівні 75 °С і підвищується до кінця варіння до 85 °С. Тривалість варіння залежить від виду і сорту виробів та товщини батонів: від 20–30 хв для сардельок і сосисок, до 120–150 хв для ковбас. Готовність визначають за часом, але обов'язково перевіряють температуру в центрі батона, що не повинна бути нижче 65 °С.

24.3.7. Охолодження ковбасних виробів

У фарші ковбасних виробів після варіння залишається деяка кількість мікроорганізмів. При підходящих температурних умовах ці мікроби розмножуються, що призводить до швидкого псування виробу. Тому після варіння варених і ліверних виробів температура в глибині батонів повинна бути негайно знижена так, щоб найбільш небезпечний інтервал 25–35° С був пройдений якнайшвидше. Рекоменду-

ється ковбасу прохолоджувати приблизно до температури 8° С, прохолоджують ковбаси в два прийоми: спочатку холодною водою, а потім в охолоджуваних приміщеннях холодним повітрям. Температура в глибині батона повинна бути знижена приблизно до 30° С.

24.3.8. Сушіння ковбасних виробів

Сушіння, тобто зневоднювання ковбасних виробів випаром води в зовнішнє середовище, має мету підвищити їх стійкість до дії гнильної мікрофлори. Крім того, збездоднені продукти містять більше сухих живильних речовин в одиниці маси, ніж вологі, і тому вони є більш транспортабельними.

Обмін речовин у живих організмах відбувається у водному середовищі. Нестача води порушує його і тим сповільнює або цілком припиняє життєдіяльність мікроорганізмів. Висушені вироби повинні бути ізольовані від зовнішнього середовища, щоб не адсорбували вологу з повітря.

Зневоднювання сушінням не позбавлено істотних незручностей. У процесі сушіння разом з водяними парами втрачаються летючі ароматичні і смакові речовини, можливі також небажані зміни складових частин продукту (денатурація білка, оплавлення жиру, окисні процеси й інші).

Сушать ковбаси в сушильних камерах, обладнаних кондиціонерами для підтримання потрібних параметрів повітря. Ковбаси розвішують на вішалках, що розміщують у кілька ярусів у залежності від висоти приміщення. Між батонами залишають проміжки, достатні для вільної циркуляції повітря. Відстань між ярусами 0,6 м, від підлоги до нижнього ярусу 1,2 м, від верхнього ярусу до стелі 0,2–0,4 м.

Середня тривалість сушіння, діб:

сирокопчені ковбаси	25–30
варено-копчені	3–7
напівкопчені	2–3.

ГЛАВА 25.

ВИРОБНИЦТВО ТЕХНІЧНИХ ЖИРІВ І КОРМОВОЇ МУКИ

25.1. Особливості сировини

Сировина, призначена для виробництва технічних жирів і кормової муки, може включати органи і тканини, які є носіями інфекційних і інвазійних захворювань. Тому виробництво технічних жирів і кормової муки повинне бути організоване так, щоб виключити поширення хвороботворного начала і забезпечити знищення в ході переробки збудників хвороб. Сировина, що надходить, і весь виробничий процес повинні знаходитися під контролем ветеринарного нагляду. Приміщення, призначені для виконання підготовчих операцій (до стерилізації), варто ізолювати від усіх інших приміщень і забезпечити окремим входом і санвузлом, для робітників цих виробництв транспортні засоби після звільнення від сировини повинні стерилізуватися. Необхідно систематично дезінфікувати приміщення й устаткування, які призначені для попередньої обробки конфіскантів.

Сировиною для виробництва технічних жирів і кормової муки є тканини, органи і частини туші, непридатні з тих чи інших причин для виробництва харчової, лікувальної і спеціальної технічної продукції. Такою сировиною є:

- конфісканти – органи, тканини, частини туші і цілі туші тварин, уражені інфекційними і інвазійними захворюваннями і тому визнані ветсаннаглядом непридатними для харчових і лікувальних цілей;
- органи і тканини, які мають невисоку харчову цінність (калтик, трахея й ін.) або ті, що не вживають в їжу (ембріони, матки й ін.);
- відходи харчових, лікувальних або технічних виробництв (забруднена обрізь, забруднений фібрин, жир з жиросолов'я і т.ін.).

Не всі види сировини виявляються придатними для виробництва технічного жиру. Тому її підрозділяють на дві групи: жируотримуюча (> 16 % жиру), що використовують для виробництва технічних жирів і кормової муки, і нежироотримуюча, що йде тільки на виробництво кормової муки.

Крім перерахованих різновидів сировини для виробництва технічного жиру і кормової муки використовується шквара, що залишається після виплавки харчових жирів.

Сировина, що надходить у виробництво, повинна бути чистою і не містити каниги, сміття, шпагату, металевих предметів та інших подібних домішок.

Сировина, з якої виробляють кормову муку, дуже різноманітна, склад готової продукції також неоднаковий. Складається вона з білкових речовин 80 – 15 %, золи 12 – 60 %, вологи 9 – 12 %, жиру 3 – 19 %.

Кормова цінність муки характеризується числом кормових одиниць на 100 кг муки (табл. 25.1), за одиницю прийнята кормова цінність 1 кг вівса.

Таблиця 25.1. Кормова цінність муки

Мука	Число кормових одиниць
Зі шквари	82
М'ясна	106
Кров'яна	130
М'ясокісткова	89

Мука м'ясокісткова, м'ясна і кров'яна має значну кількість повноцінних білків, засвоюваних тваринами на 83 – 87 %. У мінеральну частину муки входить значна кількість кальцію, фосфору, у край необхідних для відгодівлі тварин і птахів. Тому мука одержала широке розповсюдження для виготовлення комбінованих кормів.

Жир підвищує кормову цінність муки, однак він прискорює її псування.

25.2. Технологія отримання технічного жиру

З жировмісної сировини виробляють тваринний технічний жир, який використовують для виготовлення мила, гліцерину, мастила і консистентних змащувальників. (Кістковий жир, що виділяють зі свіжих цевочних кісток і путового суглоба великої рогатої худоби, і свинячий технічний жир уживають для виробництва високоякісних низькотвердіючих мастил.) Крім цього технічні жири застосовують для жирування шкіри, для того щоб додати їй еластичності і водонепроникності, у

текстильному виробництві для замаслювання вовни перед чесанням, у металообробній промисловості на виготовлення емульсій для змащування при свердлінні й т. ін.

Технологія технічних жирів і кормової муки включає такі технологічні операції і процеси: підготовку сировини, стерилізацію, зневоднювання, відділення й очищення жиру (для жировмісної сировини), дроблення і промивання кормового продукту.

Ціль підготовки – зменшити витрати на теплову обробку, звільнити сировину від домішок, що погіршують якість продукції; найраціональніше використовувати сировину з урахуванням особливостей її властивостей і складу.

До підготовчих операцій відносять оброблення конфіскованих туш, сортування (якщо сировина надходить не розсортованою), здрібнювання і промивання, попереднє зневоднювання сировини варінням, якщо це допускається властивостями сировини (наприклад кров, фібрин, шлам).

Збір, доставку сировини і підготовку її до теплової обробки необхідно робити в можливо короткий термін, тому що затримка сировини призводить до швидкого загнивання білкової частини і росту кислотного числа жиру.

Доставка сировини пов'язана зі значними труднощами, на переробку надходять частини різних розмірів (від окремих органів до цілих туш), не однакові за механічними властивостями (м'які, тверді). Ускладнює доставку також небезпека поширення інфекції.

Труднощі транспортування сировини виникають вже в цехах-постачальниках (первинної переробки, кишковому, субпродуктовому), тому що сировина повинна бути зібрана з різних місць. До того ж, збираючи сировину, доцільно не змішувати жировмісну з нежировмісною, інакше надалі виникає необхідність у важкій і трудомісткій операції – її сортуванням, що пов'язано з небезпекою зараження робітників. Для транспортування усередині цехів-постачальників застосовують візки або перекидні підвісні ковші.

Застосовують насоси для транспортування сировини по закритих трубах на значну відстань як по горизонталі, так і по вертикалі. Для твердої сировини використовують систему шнекових транспортерів.

Засоби транспортування, що рухаються на зворотному шляху, повинні піддаватися стерилізації гострою парою в камерах-стерилізаторах, стаціонарні необхідно промивати і стерилізувати після закінчення роботи.

З туш тварин, що полягли від захворювань і не становлять небезпеки для робітників, а також з туш-випоротків спочатку знімають шкіру. При необхідності її дезінфікують під наглядом працівника ветслужби і направляють на консервування. Від туш великої рогатої худоби відокремлюють голову. Туші розкривають і відокремлюють внутрішні органи, які переробляють разом з м'якою сировиною. Після цього туші великої рогатої худоби розрубують на чверті, свинячі – на половини і переробляють з твердою сировиною, туші дрібної рогатої худоби і випоротки не розрубують.

Якщо в цех надходить змішана сировина, її вручну сортують на жировмісну і нежировмісну. Сортування незмішаної сировини зводиться до розміщення транспортних засобів із сировиною. Шлам, кров, фібрин, знежирену кісту направляють у виробництво, не змішуючи з іншими різновидами сировини.

Ціль здрібнювання сировини – скоротити тривалість теплової обробки і зменшити витрати пари. Подрібноють тільки такі частини туш і органи, розміри яких великі. Ціль промивання – видалити каниги, вміст кишок, випадкові забруднення, що погіршують запах кормової муки і колір жиру. Сировину в дрібних шматках не промивають, тому що можливі її втрати з водою через отвори в промивному барабані.

Подрібноють і промивають сировину на різально-мийній машині. Робоча частина машини складається з механізму для різання і мийного барабана. Механізм для різання утворюється двома наборами дискових ножів, що змонтовані на валах, які обертаються назустріч один одному з різною швидкістю. Ножі мають серпоподібні зуби, і розташовані так, що леза ножа одного валу мало заходять за леза іншого. При обертанні ножі захоплюють і ріжуть сировину на шматки. Для кращого просування сировини в зону здрібнювання подається вода. Сировина, що захоплюється водою, потім попадає через похилий жолоб у перфорований мийний барабан. Барабан установлено похило над коритом для приймання промивної води, що надходить через перфоровану трубу усередині барабана. Промивну воду пропускають че-

рез жириловку для відокремлення часток жиру. Температура води, яку подають в машину, 15 – 18° С. Для видалення води, захопленої промитою сировиною, рекомендується послідовно установити два барабани – один для промивання, другий для стікання води. Завдяки цьому зменшується витрата пари, скорочується тривалість теплової обробки і підвищується коефіцієнт використання котлів з обігрівом глухою парою.

Кісти і частини туш, що містять кістки, подрібнюють на дробарці (молотковій). Однак краще барабанна дробарка і силовий подрібнювач, здрибнюючий механізм яких призначений для частин туш, що містять кістки і м'які тканини.

25.3. Теплова обробка сировини

Ціль теплової обробки сировини визначається її властивостями й імовірністю наявності в ній патогенних мікроорганізмів, у тому числі спорогенних. За цими ознаками сировину можна розподілити на три категорії:

1. Сировина, що не вимагає жорсткого нагрівання для знешкодження, яка легко руйнується при нагріванні. Це кров, фібрин, шлам. Кінцева мета теплової обробки – знешкодження, тому сировину можна переробляти при температурах нижче 100° С.

2. Сировина, що не вимагає жорсткого нагрівання для знешкодження, але має відносно міцну структуру. Типовим видом такої сировини є знежирена (чи ні) кістка, а також частини туші, що містять її. Кінцевою метою теплової обробки такої сировини є її знешкодження і руйнування (розварювання) до стану, у якому її можна дробити. Тому необхідна температура вище 100° С, але не обов'язково та, котра гарантує повну стерилізацію.

3. Сировина, підозріла за вмістом шкідливих спор або токсинів. Головна мета теплової обробки такої сировини – її безумовна стерилізація, тому нагрів вище 135° С. Сировину, що уражена спорогенними мікробами гостроінфекційних захворювань, переробляють тільки в установках, пристосованих для завантаження трупів тварин без попереднього оброблення, при температурі 145 – 150° С.

Кров, фібрин і шлам містять до 80% вологи. З екологічних міркувань з такої сировини перед сушінням видаляють частину вологи

коагуляцією (варінням) і віджимом (пресуванням). При цьому втрачається частина кормових речовин.

Здійснювати це доцільно в коагуляторі безперервної дії, що являє собою щільно закритий прямокутний резервуар зі сферичним днищем, у якому обертається шнек. Коагулятор має завантажувальну горловину, що періодично відкривається за допомогою живильника. Обігрівается коагулятор гострої пари ($2 \cdot 10^5$ Па), яку подають усередину через перфоровану трубу. Кров надходить самопливом в апарат і коагулює під впливом гострого пару, а коагулят вивантажується шнеком із протилежної сторони апарата. Шнек коагулятора віджимає частину рідини. Продуктивність апарата 200 кг/год крові. Для цієї мети використовують прямокутні чани періодичної дії.

25.3.1. Сухий спосіб теплової обробки

Сухим способом називають обробку сировини глухою парою. У цьому випадку стерилізація і зневоднювання відбуваються в одному апараті – котлі. У залежності від особливостей сировини обробку ведуть в одну, дві або три фази:

під сильним вакуумом (в одну фазу), якщо сировина не має потреби в розварюванні і стерилізації високими температурами (коагульована кров);

послідовно під тиском, а потім під вакуумом (у дві фази), якщо сировина містить небагато вологи і необхідні стерилізація або розварювання при високих температурах (коагульований шлам, виварена кістка);

послідовно під вакуумом $2 \cdot 10^4$ – $3 \cdot 10^4$ Па, під атмосферним тиском $1 \cdot 10^5$ Па і знову під вакуумом $6,6 \cdot 10^4$ Па (у три фази), якщо сировина сильно зволожена, містить речовини, що дають клей, і вимагає стерилізації або розварювання (частини туш, внутрішні органи).

Складаючи партію сировини для завантаження, необхідно дотримуватись оптимальних відносин між речовинами, що дають клей, та іншими різновидами сировини, щоб уникнути рясного клеєутворення.

При обробці кісток додають до 50% води, м'якої сировини 15 – 20% від кількості кісти. Це запобігає утворенню на стінці котла кірки, що зменшує теплопередачу, прискорює сушку і поліпшує структуру шквари і цим сприяє стіканню жиру під час відціджування і його відділенню під час пресування.

Після закінчення теплової обробки масу (шквару) вивантажують у відщіджувач, де витримують до 4 год при температурі $75 - 80^{\circ}\text{C}$. Жир збирають у збірник, шквару після відщіджування знежирюють пресуванням.

25.3.2. Мокрий спосіб теплової обробки

Мокрим способом теплової обробки називають обробку сировини гострою парою. Застосування цього способу виправдовується при утилізації трупів тварин, оброблення яких не допускається санітарними нормами.

Теплову обробку проводять у двостінному горизонтальному котлі, усередині якого розташований обертовий перфорований барабан, куди через торцеві дверцята завантажують нерозділену тушу. Робота протікає в дві фази: розварка і стерилізація гострою парою, що подають в корпус котла; сушка під вакуумом з обігрівом через сорочку, бульйон, що утворюється при розварюванні і конденсації гострої пари бульйон з жиром періодично відводять у жировідділювач, де жир і бульйон шарувуються. Після 15 – 20 хв відстоювання тиском пари жир передається у відстійник, а бульйон – у збірник, а відтіля – у випарник. Пара, що утвориться при розпарюванні бульйону, може бути спрямована у сорочку котла для обігріву в період сушки кормової маси.

Ціль роботи казана: стерилізація і розварювання – тривалість 2 – 4 год, надлишковий тиск у котлі $4 \cdot 10^5$ Па; і сушка – тривалість сушки 3 – 3,5 год, вакуум 400 – 500 мм рт. ст. Бульйон починають періодично відводити після 20 – 25 хв від початку розварювання. Після теплової обробки одержують жир, кормову масу і бульйон. Жир промивають і відстоюють. Бульйон упарюють для одержання клею. Клей отримують низької якості, тому що клейові речовини видобувають при дуже високій температурі.

Ціль пресування шквари – відділення жиру від нешквари.

У висушеній шкварі жир утримується силами адсорбції, капілярності, а також механічно як включення у порах, утворених частками шквари. Кількість жиру, що утримується силами адсорбції, залежить від розмірів активної поверхні шквари і від вмісту в ній води, що може конкурувати з жиром своєю здатністю адсорбувати шкварою. Кількість жиру, що утримується системою капілярів і механічно, залежить від структури шквари.

Тиски, застосовувані для пресування шквари (17600 – 34300 кн/Па), достатні для виділення з неї жиру, який заповнює макрокапіляри й удержується механічно, але недостатні для подолання сил зчеплення, що утримують жир в адсорбованому стані й у мікрокапілярах. Для зменшення залишкової кількості жиру в шкварі необхідно використовувати здатність шквари до вибіркової адсорбції, у силу якої вода витісняє значну частину міцно зв'язаного жиру.

Пресують шквару як на гідравлічних, так і на механічних (шнекових) пресах. Сучасні механічні преси для шквари мають великі переваги в порівнянні з гідравлічними, тому що вони – апарати безперервної дії і забезпечують кондиціонування шквари перед пресуванням. Залишок жиру в шкварі для триступінчастого преса до 12%, а для чотирьохступінчастого 7 – 8%. Оптимальні умови пресування шквари з жирової сировини: зміст води 6 – 7 %, температура 85 – 90° С, для шквари з інших видів жиротримуючої сировини відповідно 7 – 8 % і 85 – 90° С.

Виділення жиру зі шквари може бути здійснено центрифугуванням на фільтруючих і відстійних центрифугах. Однак при віджиманні на фільтруючій і відстійній центрифугі в шкварі залишається 16 – 18% жиру, і кращий результат отримують віджиманням жиру на відстійній центрифугі.

25.4. Дроблення і просіювання шквари

Борошно для безпосереднього вживання як корм або для виготовлення комбінованих кормів повинно бути добре здрібнене. Тому висушену кормову масу дроблять і просівають через сито з вічками 2 – 3 мм.

Пресовий залишок після віджимання жиру на пресі і маса, що вивантажується з котла, нагріті до 60 – 70° С. У не остиглому стані вони пластичні, погано подрібнюються, забиваючи механізм дробарки, тому перед дробленням їх необхідно остудити. Дроблення проводять на молоткових дробарках різних типів і конструкцій.

25.5. Очистка жиру

У технічному жирі після відціжування або віджимання залишається деяка кількість бульйону і шквари. Ще більше забруднений жир,

який відокремлюють пресуванням. У першому випадку можна задовільно очистити жир простим відстоюванням при температурі 60 – 80°С протягом 5 – 6 год, відсолюючи його 2 – 3 % сухої кухонної солі до маси жиру. Відсолку роблять у кілька прийомів, зливаючи щораз осідаючий фуз.

Жир, відокремлений від шквари пресуванням, після короточасного відстоювання і відділення фузу, промивають насиченим гарячим розсолем (60 – 65° С у кількості близько 20 % до маси жиру). Розсіл відокремлюють відстоюванням, після чого промивають 25 – 30 % гарячої води до маси жиру.

Більш раціонально жир очищати сепаруванням. Жир перед сепаруванням змішують з гарячою водою з таким розрахунком, щоб температура суміші була близько 75 – 80° С. Після сепарування в жири залишається не більш як 1% води і 1% сухих речовин.

25.6. Упакування і зберігання

З бункера, у якому борошно збирається після просівання, воно подається на ваговий дозатор (автоматичні ваги). Потім висипається в мішок, що зашивається мішкозашивною машиною.

Технічний жир упаковують у бочки. Готову продукцію зберігають у чистих, сухих і добре вентиляованих приміщеннях. Температура повітря в приміщенні повинна бути не вище 18° С без різких коливань, щоб запобігти конденсації водяної пари і появі вогкості. Мішки з борошном укладають у штабелі.

ГЛАВА 26.

ТЕХНОЛОГІЯ ТВАРИННИХ ЖИРІВ

26.1. Загальна характеристика

Тваринні жири і жири з птиці являють собою складні суміші, головними компонентами яких є переважно тригліцериди. У невеликих кількостях у жирах є ряд природних домішок (фосфатиди, стерини, вітаміни, пігменти й ін.), а також домішки, що попадають у процесі виділення жирів із сировини (азотисті речовини, вода й ін.). Хімічний склад жирів неоднаковий і залежить від статі, віку, вгодованості, кормів й умов утримування тварини, а також від анатомічного походження жирової тканини. Склад жирів визначає їх фізичні і хімічні властивості, а також харчову цінність. До складу гліцеридів входять насичені жирні кислоти: лауринова, міристинова, пальмітинова, стеаринова, арахідова. Ненасичені кислоти: гексадецинова, олеїнова, лінолева, ліноленова, арахідинова. Тваринні жири виробляють для харчових і технічних цілей.

26.2. Технологія харчових тваринних жирів

26.2.1. Жиросировина і вимоги до неї

Розрізняють м'яку і тверду жиросировину.

До м'якої жиросировини відносять головним чином внутрішню жирову тканину і тільки частково підшкірну, яку з тих або інших причин не залишають при туші (обрізки, відходи при жилюванні м'яса, жир з голів, курдюк й ін.). Харчову обрізь свинячого жиру доцільніше використовувати у виробництві ковбас.

М'яку жирову сировину отримують:

- при переробці худоби: сальник – жирове відкладення, що вистилає черевну порожнину; навколонишкове – жирова капсула, що полегшує нирки; курдюк – жирові відкладення в корені хвоста деяких порід овець; щуповий жир-сирець – трикутне жирове відкладення в області пащини; жирова обрізь, одержувана при туалеті туш і при ручній обрядці шкір;

- при обробці субпродуктів: жир з горла; серцевий жир – навколосерцева сумка; жирова тканина шлунків; жир з голови;
- при обробці кишок: оточний жир – жирові відкладення в брижах; кишковий жир – жирова тканина.

Для вироблення харчових жирів використовують також внутрішній жир птиці.

Вихід жиросировини від жирних свиней складає 3,7 – 6,9 %, від м'ясних – 2,9 – 5,0 %.

Основну масу жиросировини складають сальник і навколонишковий жир – 45 – 65 %, а також оточний жир – 10 – 30 %.

Вміст жиру в різних видах жирової тканини однієї і тієї самої тварини не однаковий. Найбільш багатий жиром сальник і навколонишковий жир. У сальнику в залежності від угодюваності тварини утримується від 40 – 95 %, навколонишковому жирі від 30 до 93 %, а в брижах – 25 – 80 % жиру.

Для вироблення харчових топлених жирів придатна тільки доброякісна жиросировина, отримана від тварин, м'ясо яких визнано ветеринарно-санітарною експертизою придатним у їжу. Жиросировина, віднесена до умовно придатної, може використовуватися для вироблення жиру лише з дозволу ветсанекспертизи і з дотриманням установлених режимів переробки.

Жиросировина містить достатню для розвитку мікроорганізмів кількість азотистих речовин і вологи, тому при несприятливих умовах збирання і зберігання можливе її псування внаслідок гнильного розкладання сполучної тканини. Жиросировина з явно вираженими ознаками гнильного розкладання непридатна для виробництва харчового жиру.

У жиросировині утримується фермент ліпаза. Тому під час збирання, підготовки і зберігання у жиросировині помітно збільшується кислотне число жиру і тим швидше, чим вища температура. Щоб уникнути небажаних змін, рекомендується жиросировину негайно направляти в переробку.

Жиросировина не повинна бути забруднена кров'яними згустками, залишками вмісту кишок і шлунка та випадкових домішок; на ній не слід залишати прирізи м'язової тканини, кишок і залоз. Гемоглобін крові і міоглобін м'язів при нагріванні під час виплавки руйнується з виділенням парагематинів (Fe), що розчиняються в жирі. У результаті

жир темнішає, залізо, що міститься в парагематинах, прискорює окисне псування витопленого жиру. Для вироблення жиру вищого сорту непридатна морожена сировина, що зберігалася тривалий час.

Жиросировину можна зберігати 2 – 3 доби при плюсових температурах, близьких до нуля з достатнім повітрообміном. При більш тривалому зберіганні (не більше 3 – 4 місяців) його заморозжують або консервують сіллю. Сіль охороняє сировину від мікробіального псування, але трохи прискорює гідроліз і окислювання жиру. Перед переробкою жиросировину необхідно промивати водою.

Тверда жиросировина – це кістки. Для виробництва кісткового жиру використовують лише таку кістку, що дає достатньо великий вихід жиру, але мало підходить для вироблення якої-небудь цінної харчової продукції (наприклад, холодцю) або для кулінарних цілей. Кістковий жир виробляють головним чином з кісток великої рогатої худоби.

Як і м'яка жиросировина, кістка легко псується під впливом мікроорганізмів. Жир, що міститься в ній, порівняно, швидко гідролізується. Тому її необхідно передавати в переробку свіжою, чистою і звільненою від м'ясних залишків, не пізніше 4 – 6 год після обвалювання. При необхідності кістка можна зберігати до переробки в сухих, темних і добре вентильованих приміщеннях, при низьких плюсових температурах, але якість жиру виявиться нижчою, ніж із сировини без зберігання.

26.2.2. Методи виплавлення жиру

Жир можна виділяти з м'якої і твердої жиросировини виплавною, екстракцією і гідромеханічним методом.

Виплавленням називається виділення жиру нагріванням здрібненої сировини. У м'якій жиросировині жир міститься у жирових клітинах, які органічно зв'язані з дуже міцною міжклітинною речовиною, що складається з колагенових і еластинових волокон. Усередині клітин жир утворює складні колоїдні системи з іншими складовими частинами. Таким чином, для вільного відтікання жиру повинна бути зруйнована колоїдна система, у складі якої знаходиться жир, клітини і міцна міжклітинна структура. Щоб забезпечити ці умови при витопленні жиру з м'якої жиросировини, удаються до механічного руйну-

вання сировини перед витопленням і впливу води, нагрівання або інших факторів під час витоплення.

Підвищення температури жиру супроводжується зменшенням його в'язкості і поверхневого натягу. Завдяки цьому жир порівняно легко відтікає від зруйнованої жирової тканини, дрібні його крапельки зливаються в більш великі й утворюється однорідна жирова фаза, тобто відбувається коалесценція. Жир, мутний на початку витоплення, впродовж коалесценції стає прозорим.

Ступінь руйнування жирової тканини під час витоплення залежить від температури нагрівання і кількості води. Практично повне руйнування клітин і тканини в цілому досягається лише при нагріванні сировини до температури вище 100 °С, однак, якщо цей процес тривалий, якість жиру різко погіршується. При високому ступені руйнування структури жиросировини витягається 96 – 98 % жиру. Залишок жиру в шкварі не перевищує 30 – 50 % до сухої речовини.

При нагріванні в присутності води, що міститься в сировині, або колаген, що додають, при температурі 58 – 60 °С зварюється, а колагенові волокна скручуються і розслаблюються, їхня міцність зменшується. Частина колагену переходить у глютин, а частина глютину гідролізується. Усе це призводить до руйнування сполучної тканини. Разом з цим утворюється розчин (водний) глютину і продуктів його розпаду, тобто бульйон, концентрація якого залежить від температури і часу нагрівання, а кількість – від вмісту води. Речовини бульйону, що мають емульгуючу дію, утворюють з жиром стійку емульсію. Тому контакт жиру з великими кількостями води, особливо при високих температурах, може бути лише при дуже нетривалому нагріванні – порядку декількох хвилин.

При невеликих кількостях води, коли органічні складові частини при зіткненні з жиром нагріваються в умовах, близьких до умов сухого нагрівання, стають помітними наслідки їхнього термічного розкладання. У невеликих кількостях деякі продукти розкладання обумовлюють специфічний підсмажений запах жиру, а в більш значних – роблять запах неприємним.

При температурі 60 – 65 °С денатурується більшість білкових речовин, що утримуються в жировій тканині. Денатурація внутрішньоклітинних білків призводить до руйнування жирової емульсії в клітині, до денатурації і часткового руйнування самої клітини. Дена-

турація міжклітинних білків сприяє руйнуванню колагенового зв'язку, що є основою структури сполучної тканини. Денатурація ферментів жирової тканини супроводжується практично повною втратою їхньої ферментативної активності.

Жир з кісток виплавляють тільки в умовах контакту з водою, інакше весь розплавлений жир залишається в кістці, утримуючись у результаті адсорбції і капілярності, а також механічно. Вода, проникаючи усередину кістки, сприяє руйнуванню морфологічних утворень, у яких включений жир, і витісняє його з неї. Вона необхідна також для забезпечення швидкого і рівномірного прогріву кістки. Однак при цьому зменшується її механічна міцність, і кістка стає непридатною для виробних цілей, знижується вихід клею чи желатину.

Достоїнства топлення – його простота і можливість застосування при нескладних технічних засобах. Однак цей метод економічний тільки тоді, коли для витоплювання використовують технічно досконали установки безперервної дії, що забезпечують високу продуктивність праці, короткий виробничий цикл і максимальний вихід високоякісного жиру.

Гідромеханічний (імпульсний) метод витопплення жиру заснований на використанні високошвидкісних механічних імпульсів і кавітаційних явищ, що виникають при швидкому русі робочого органу машини й оброблюваної сировини у водному середовищі.

Імпульси, що виникають унаслідок кавітації і під впливом кінетичної енергії робочого органу машини, виявляються достатніми для руйнування зв'язків, що утримують жирові клітини в складі тканини і для руйнування самих клітин, тобто для витягу жиру у водне середовище. Імпульсний метод найбільш доцільний для одержання жиру з губчастої кістки при подальшому її використанні на вироблення желатину або клею.

Електроімпульсний метод знежирення кістки не викликає її руйнування. Витягається жир з кістки в результаті іскрових розрядів конденсаторів у воді. Кістку піддають імпульсній обробці в нерухомому стані. Залишковий вміст жиру в кістці після її однократної обробки в апараті складає близько 2 %, при гідромеханічному – близько 2,5 %.

Екстракцією називається витяг жиру із сировини леткими розчинниками. Цей метод дозволяє практично цілком знежирити сирови-

ну. Однак його застосування зв'язане з необхідністю ретельно очищати витягнутий жир і знежирену сировину від залишків розчинника, а також з регенерацією розчинника. У м'ясній промисловості екстракцію застосовують лише в тих випадках, коли основною метою є не одержання жиру, а одержання гарно знежиреної кістки на спеціалізованих клесварочних і желатинових підприємствах.

Процес виробництва харчових топлених жирів складається з таких основних стадій (рис. 26.1).



Рис. 26.1. Функціональна схема виробництва харчових топлених жирів.

До підготовчих операцій відносять: сортування сировини, звільнення її від домішок, транспортування і зважування і, якщо це необхідно, накопичення і здрібнювання.

Ціль сортування сировини – забезпечення найбільшого виходу жиру вищого сорту. З цією метою м'яку жиросировину розсортовують за видами худоби, анатомічною ознакою і її станом. Оскільки жиросировина може мати приріз м'язової й іншої тканин, у цехах-постачальниках передбачено робити її оборку, тобто відокремлення нежирових прирізів (кінців кишок, хрящів, м'язової тканини й ін.). Нежирові прирізи видаляють вручну ножем на столах. У середньому при оборці відходить 1,5 – 2 % прирізів від маси сировини.

Кістка повинна бути розсортована по виду тварин, у залежності від особливостей її будови і вмісту в ній жиру. Бажано, щоб трубчаста кістка передавалася в жировий цех обпиляною, а рядова – в дробленому стані, тому що це полегшує її транспортування.

Організація транспортування м'якої жиросировини пов'язана зі значними труднощами, оскільки збір її відбувається в різних місцях і часто на значній віддалі від цеху харчових жирів.

Для цих цілей використовують механічний транспорт: спуски або ліфти у вертикальному напрямку, у горизонтальному напрямку – підвісні пристрої (ковші і рами) та візки. Така організація транспортування найменш складна і доступна на підприємствах різної потужності. Але вона викликає великі витрати праці на завантаження і вивантаження і переміщення транспортних засобів.

Більш раціональне і економічне гідравлічне транспортування жиросировини. Але тому що жиросировину необхідно транспортувати з багатьох місць, потрібна установка декількох насосів і складної мережі для передачі сировини. Тому гідравлічне транспортування жиросировини застосовується лише для передачі деяких видів сировини (кишкова і міздрова сировина, не цілком знежирена шкварка).

Для обліку переробленої сировини, виходу топленого жиру, а також для регулювання завантаження апаратів сировину, що надходить, зважують.

Жиросировина у великих шматках (яловичий сальник, навколонирковий жир, брижі, баранячий сальник), що переробляється в апаратах періодичної дії, перед промиванням і охолодженням подрібнюють салорізкою на смуги. Це необхідно для того, щоб поліпшити умови промивання й охолодження сировини. Тривалість промивання жиросировини в чаші з проточною водою складає 30 хв, якщо воду періодично змінюють, – близько 2,5 год, у промивному барабані – кілька хвилин. Однак при промиванні м'ясної сировини в барабані дрібні шматки ідуть із промивною водою через перфорацію барабана і для їхнього уловлювання потрібна установка спеціальної жироловки. Оптимальна температура промивної води 10–12 °С.

Якщо передбачено нагромадження сировини, то для запобігання її псуванню сировину прохолоджують. Охолодження викликає ущільнення м'якої жиросировини, одночасно сприяє кращому її здрібнюванню на вовчку, завдяки чому трохи зростає вихід жиру при виплавці у відкритих котлах (на 3–4 %).

Жиросировину прохолоджують або холодною водою, або використовують охолоджувальні камери. У першому випадку досягається кращий технологічний ефект, тому що сировина швидше віддає тва-

ринне тепло. Крім того, холодна вода адсорбує речовини зі специфічним запахом, що утримуються в сировині, і топлений жир виходить із кращими органолептичними показниками. Охолодження у воді також вигідніше економічно.

Однак жиросировина поглинає значну кількість води, що призводить до збільшення витрати пари, зменшення використання апаратури, до зростання втрати жиру у вигляді емульсії при витопленні у відкритих котлах. Тому у воді охолоджують тільки ту сировину, яку раніше промивали.

При переробці сировини в установках безперервної дії жиросировину проохолоджують тільки в тому випадку, якщо її резервують.

Механічне здрібнювання жиросировини супроводжується руйнуванням міжклітинної структури і самих жирових клітин. Зі збільшенням ступеня здрібнювання (3; 1,5; 0,8 мм) зростає вихід жиру. Тривалість витоплення знаходиться у прямій залежності від механічного руйнування жирової тканини.

М'яку жиросировину перед витопленням жиру в апаратах періодичної дії подрібнюють на вовчках. Розмір отворів вихідних ґрат 12 і 5 – 7 мм.

Оскільки жир у трубчастій кістці утримується головним чином у складі живого мозку, кістку або обпилюють, або розпилюють уздовж для розкриття внутрішньої порожнини. Обпилюють вручну дисковою пилкою.

Рядову і паспортну кістку дроблять для того, щоб розкрити губчасту частину кістки і збільшити поверхню теплообміну, а також поверхню дифузії жиру у воду і води в кістку. Якщо кістка призначена для вироблення желатину і клею, шматки дробленої кістки повинні бути близько 50 мм, якщо для вироблення кормового борошна – 20 – 25 мм.

Витоплення жиру з жиросировини може здійснюватися як в апаратах періодичної дії, так і безперервної. Апарати (котли) періодичної дії використовуються, в основному, для витоплення жиру з кістки.

Загальна тривалість процесу виробництва харчових жирів в апаратах періодичної дії, навіть при найбільш досконалій його організації, досягає 6 – 8 год. Виробництво жирів у цих апаратах пов'язане зі значними витратами праці на допоміжні операції. Вихід жиру за умови висушування і знежирення шквари пресуванням не перевищує 92 – 95 % до вмісту його в сировині. Від 13 до 68 % отриманого жиру має

знижену сортність, тому що значна частина жиру залишається в шкварі (сирою), звідки її необхідно добути при більш жорсткому режимі. Подолати тією чи іншою мірою недоліки, що властиві апаратам періодичної дії, вдасться при переробці жиросировини в апаратах безперервної дії.

При безперервно поточній організації виробництва харчових тваринних жирів методом витоплення досягається більш повне руйнування жирової тканини і клітин, інтенсифікація процесів прогріву жиросировини і повнота відділення жиру від білкової частини жирової тканини. Досягти необхідного ступеня руйнування сирової жирової тканини здрібнюванням перед витопленням неможливо внаслідок її великої міцності й особливостей її механічних властивостей. В умовах безперервної дії необхідний ступінь руйнування жиросировини досягається тим або іншим шляхом у процесі витоплення, коли міцність жирової тканини різко знижується в результаті зварювання колагену, що викликано нагріванням (рис.26.2).

Сучасні безперервні способи витоплення жиру засновані на обігріві сировини гострою парою. Вода, що при цьому конденсується, сприяє додатковому руйнуванню тканини і витісняє жир. Крім того, вода запобігає небажаним змінам жиру у результаті гідролізу білків при нагріванні, тобто виносу частин пахучих речовин, що утримуються в жиросировині. Короточасний вплив води на жир при безперервному витопленні практично виключає небажані зміни жиру під впливом води навіть при температурах значно вище 100° С.

Повноту відділення жиру від білкової частини і води від жиру в установках безперервної дії забезпечують відстійні і фільтруючі центрифуги і сепаратори.

Установка для безперервного виробництва жирів складається з таких основних елементів: пристрою для здрібнювання жиросировини, апарата для його прогріву, пристрою для додаткового руйнування основної маси шквари або шламу від жиру, пристосування для видалення пахучих домішок з жиру (дезодорації), апарата для очищення жиру від води і залишків шквари (фузи), апарату для охолодження жиру й автомата для розливання жиру в тару й упакування. Продуктивність кожного елемента установки повинна відповідати загальній продуктивності.

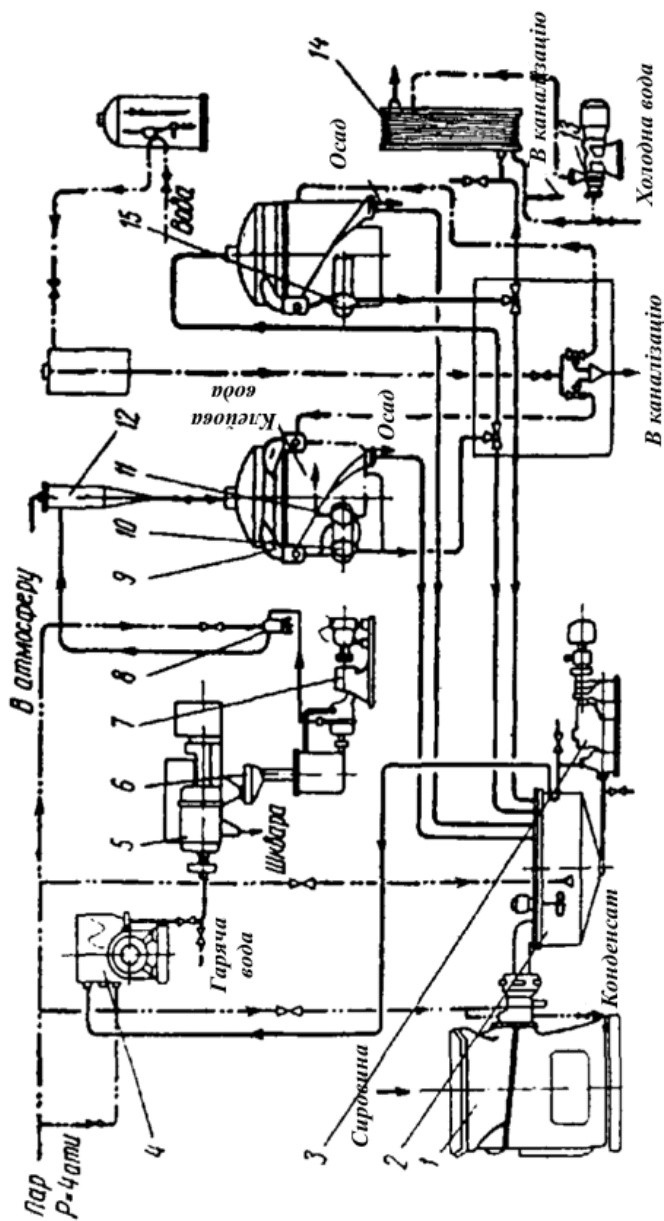


Рис. 26.2. Схема технологічної лінії виплавлення жиру:

1 – вовчок; 2 – розплавлювач; 3, 7, 10, 13, 15 – насоси; 4 – шітковий дезінтегратор; 5 – відстійна центрифуга безперервної дії; 6 – підігрівач; 9 – сепаратор-пурифікатор; 11 – патрубок; 12 – дезодоратор; 14 – пластинчатий теплообмінник

В апаратах безперервної дії можна переробляти сировину без попереднього охолодження. Однак, якщо на одній установці переробляються два або три види сировини, то необхідність у накопичувачах, пристосованих для охолодження сировини, зберігається.

Якщо витоплення ведеться в апаратах періодичної дії, то жир, що зливається з котлів або віджимається зі шквари, захоплює значну кількість домішок – води (0,6 – 1,6 %) і залишків шквари або кісток (0,15 – 0,5 % і більше). Кількість домішок у жирі виходить за межі, що допускаються стандартом. Тому його ретельно очищують відстоюванням або сепаруванням. При відстоюванні жир відокремлюється в результаті різної щільності компонентів. В економічному відношенні це найменш вигідний спосіб очищення жиру.

Очищення жиру сепаруванням також засноване на різниці щільностей поділюваних компонентів. Однак при сепаруванні діють сили відцентрові, відцентрове прискорення обмежується конструктивними особливостями сепаратора, тому що зміна структури домішок не має значення. Поділ протікає швидко.

Для очищення жиру використовують тарілчасті сепаратори РТ – ОМ – 4,6 і ЦНС – 70, а також сепаратори «Де Лаваль».

Витоплені жири охолоджують до температури, найбільш сприятливої для упакування. Яловичий і бараний жири при застиганні відразу мають тверду консистенцію і втрачають текучість. Тому їх охолоджують до температури, близької до точки застигання, тобто до появи каламуті, не допускаючи кристалізації (40 – 45 °С). Свинячий і кістковий жири, застигаючи, спочатку набувають мазеподібної консистенції, що лише в міру подальшого зниження температури переходить у більш тверду. Тому ці жири не тільки охолоджують до точки застигання (до 35 – 30 °С), а й віднімають від них частину теплоти за твердіння. При цьому жир набуває мазеподібної структури, зберігаючи пластичність і здатність текти під тиском.

Щоб після охолодження жир був світлішим, охолодження необхідно проводити швидко (утвориться дрібнозерниста структура). Для швидкого охолодження жирів служать охолоджувальні апарати періодичної і безперервної дії.

Найпростішим за конструкцією є охолоджуючий котел або мішалка-охолоджувач. Охолоджувач – це циліндричний котел з конічним днищем, обладнаний сорочкою, планетарною мішалкою і зливальною трубою, що встановлена в центральній частині конічного днища. Недоліки апарата: 1) періодичний характер роботи; 2) охолоджений жир інтенсивно перемішується в умовах контакту з повітрям, останній «вробляється» у жир, що при збереженні жиру призводить до окисного псування жиру.

При безперервній організації користуються теплообмінниками різної конструкції, обладнаними пристроєм для примусового руху жиру у виді шнеків або спеціальних мішалок. Однак їм також властивий другий недолік.

У залежності від виду і характеру подальшого використання (зберігання, реалізація) охолоджений жир упаковують у велику тару (дерев'яні бочки, шухляди, жерстяні і картонні коробки 25 кг) або розфасовують у дрібну тару (100, 200, 500 г) на автоматичній наповнючій машині.

Тривалість зберігання жиру залежить від його якості і виду, а також від температурних та інших умов. При зберіганні жиру в бочках при температурі – 8 – 10 °С через 5 – 7 місяців спостерігається окисне псування. Короткочасно жири зберігають у темних сухих охолоджуваних приміщеннях при температурі понад 1 °С, інакше можлива конденсація водяної пари і поява цвілі на поверхні тари. Не слід також зберігати жири разом із продуктами, що виділяють запах, тому що жир легко сприймає сторонні запахи.

Жоден з існуючих способів витоплення в апаратах періодичної дії не забезпечує задовільного знежирення сировини. Тому виникає необхідність у додатковому знежиренні шквари. Однак жир, що виходить при цьому, виявляється нижче сортом, ніж основна кількість жиру, виділена з жиросировини.

Кращий спосіб знежирення шквари – пресування попередньо висушеної шквари до вмісту 7 – 9 % вологи щодо її маси. Висушувати шквару краще під вакуумом, тоді одержують жир більш високої якості. Для цього служать універсальні горизонтальні котли. Глибина вакууму $8 \cdot 10^4$ Па, загальна тривалість процесу – близько 3,5 год. Висушену шквару пресують до стандартного залишкового вмісту жиру – не більш як 12 %.

ГЛАВА 27.

М'ЯСОПРОДУКТИ І ТВАРИННІ ЖИРИ

27.1. Розрахунки сировини і готової продукції м'ясо-жирового виробництва

Початковими даними для розрахунків сировини м'ясо-жирового виробництва м'ясокомбінату є задана потужність виробництва (у тоннах м'яса на кістках за зміну), норми виходу і жива маса худоби.

Сировину, готову продукцію у цеху забою худоби, розділення туш розраховують за формулою:

$$M_{\text{ж}} = \frac{M_{\text{к}}}{a} \cdot 100, \quad (27.1)$$

де $M_{\text{ж}}$ – жива маса худоби, кг(т); $M_{\text{к}}$ – маса м'яса на кістці, кг(т); a – норма виходу м'яса, % до живої маси (жива маса за нормами: велика рогата худоба – 350 кг; дрібна рогата худоба – 40 кг; свині – 100 кг; курча – 1 кг; курка – 1,5 кг; качка – 2 кг; гуска – 3,5 кг; індичка – 4,5 кг; кролик – 3 кг).

Кількість голів худоби, переробленої за зміну, визначають з формули:

$$N = \frac{M_{\text{ж}}}{m_{\text{ж}}}, \quad (27.2)$$

де $m_{\text{ж}}$ – жива маса однієї голови, кг.

Продуктивність конвейєра з переробки великої рогатої худоби визначають за формулою:

$$P_{\text{зм}} = \frac{P \cdot \phi \cdot 3600}{t_{\text{оп}}}, \quad (27.3)$$

де $P_{\text{зм}}$ – продуктивність конвейєра, голів за зміну; P – кількість робочих місць; ϕ – змінний фонд часу, год; $t_{\text{оп}}$ – оперативний час, необхідний для виконання операції (забіловки, нутровки, зачистки туш).

Норми виходу по цеху забою худоби і розбирання туш подані у табл. 27.1.

Таблиця 27.1. Норми виходу м'яса на кістці по цеху забою худоби

Сировина	Норми виходу, % до живої маси
1. М'ясна туша	
Велика рогата худоба	47
Дрібна рогата худоба	40
Свині (зі зняттям шкіри)	62
2. Напівпотрошена птиця	
Курчата	80,6
Курки	80,5
Качки	80,6
Гуски	79,2
Індики	81,7
3. Потрошені кролики	50,4

Норми виходу жиросировини і харчових пряжених жирів з неї подані в табл. 27.2, 27.3, 27.4.

Таблиця 27.2. Норми виходу жиросировини

Худоба	Кількість жиросировини, % до живої маси	
	М'якого	Твердого (кістки)
Велика рогата худоба	2,46	0,39
Дрібна рогата худоба	1,29	
Свині без шкіри	6,17	
Свині зі зняттям крупона	5,75	1,41

Таблиця 27.3. Норми виходу харчових пряжених жирів

Обладнання	Норми виходу харчових пряжених жирів, % до живої маси м'якої жиросировини					
	Велика рогата худоба		Дрібна рогата худоба		Свині	
	I кат.	II кат.	I кат.	II кат.	зі зняттям крупона	без шкіри
Лінія АВЖ, Де – Лаваль	70	51	69	50	74,45	73,8
Автоклави	69	51	69	50	73,7	73,05
Відкриті котли з паровим обігрівом	69	51	69	50	73,2	72,3

Таблиця 27.4 .Норми виходу кісткових жирів

Обладнання	Норми виходу кісткових жирів, % від маси сирої кістки					
	Яловичих				Свинячих	
	для виробництва клею	виробної	кулаків	цівок	виробної	кулаків
Апарати з безперервним відводом жиру і бульйону	—	—	15	—	14	15
Автоклави	8*	—	13	6	13	13
Відкриті котли з паровим обігрівом	4	9	10**	5,5	10	10**

* – хребець; ** – кулаки подрібнені.

Приклад 27.1. Потужність цеху забою худоби і розбирання туш 100 т за зміну: яловичина – 50 т, свинина – 30 т, баранина – 20 т. Живу масу худоби прийняти за існуючими нормами.

Розрахувати кількість голів худоби, що перероблюють за зміну.

Розв’язок

1) Визначаємо живу масу великої рогатої худоби за формулою (27.1):

$$M_{\text{ж}} = \frac{50000}{0,47} = 106383 \text{ кг.}$$

2) Кількість голів великої рогатої худоби, що перероблюють за зміну, визначаємо за формулою (27.2):

$$N = \frac{106383}{350} = 304 \text{ голови.}$$

Аналогічно розраховуємо кількість голів дрібної рогатої худоби і свиней. Результати розрахунків заносимо в табл. 27.5.

Таблиця 27.5. Результати розрахунків

Худоба	Потужність за зміну	Жива маса 1 голови, кг	Норма виходу, % до живої маси	Загальна жива маса худоби, т	Кількість голів за зміну
Дрібна рогата	20	40	40	50	1250
Велика рогата	50	350	47	106,38	304
Свині (без шкіри)	30	100	62	48,4	484

Приклад 27.2. Використовуючи результати попереднього прикладу, розрахувати кількість м'якої і твердої жиросировини, кількість харчових пряжених жирів, яку можна одержати з неї на обладнанні безперервної дії АВЖ і Де – Лаваль, а також кількість упаковок яловичого і свинячого жиру.

Розв'язок

1) Використовуючи дані табл.27.2, визначаємо кількість м'якої жиросировини:

із великої рогатої худоби $106380 \cdot 0,0246 = 2617$ кг/зміну;

із дрібної рогатої худоби $50000 \cdot 0,0129 = 645$ кг/зміну;

із свині $48400 \cdot 0,0619 = 2996$ кг/зміну.

Кількість твердої жиросировини $106380 \cdot 0,0039 = 415$ кг/зміну.

2) Використовуючи дані табл.27.3, 27.4, визначаємо кількість харчових пряжених жирів, одержуваних за зміну на обладнанні безперервної дії:

яловичий пряжений жир $2617 \cdot 0,7 = 1832$ кг;

баранячий жир $645 \cdot 0,69 = 445$ кг;

свинячий жир $2996 \cdot 0,738 = 2211$ кг;

кістковий жир $415 \cdot 0,15 = 62,25$ кг.

3) З загальної кількості харчових пряжених жирів 40 % відпускають збутовим організаціям у діжках масою 100 кг кожна і 60 % – у картонних контейнерах по 20 кг кожний. Тоді кількість упаковок яловичого жиру за зміну буде:

1832·0,4=732,8 кг	732,8/100≈7 діжок;
1832·0,6=1099,2 кг	1099,2/20≈55 контейнерів;
свинячого жиру:	
2211·0,4=884 кг	884/100=8,8 діжок;
2211·0,6=1327 кг	1327/20≈66 контейнерів.

Приклад 27.3. Планове завдання м'ясожировому цеху по переробці голів великої рогатої худоби за рік – 184000. Планова кількість змін за рік – 400. Середня маса туш – 130 кг. Оперативний час, необхідний для виконання операції, – 7,5 год за зміну. Нормативи оперативного часу на забіловку туші – 318 с. Кількість робочих місць на забіловці туш – 7.

Визначити річну продуктивність конвейєра, коефіцієнт використання річної виробничої потужності. Розрахувати кількість харчових пражених жирів, які можна одержати при переробці жиру-сирцю на установці Де – Лаваль продуктивністю 830 кг/год або на лінії АВЖ продуктивністю 1500 кг/год, а також час роботи установок, за який буде перероблений жир-сирець, якщо його вихід становить 5,1 % від маси м'яса.

Розв'язок

1) Змінна продуктивність конвейєра визначається за формулою (27.3):

$$П_{зм} = \frac{7 \cdot 7,5 \cdot 3600}{318} = 594 \text{ голови в зміну.}$$

2) Річна виробнича потужність м'ясо – жирового цеху:

$$П_{річ} = 594 \cdot 400 = 237600 \text{ голів або } П_{річ} = 237600 \cdot 130 = 30888 \text{ т м'яса.}$$

3) Коефіцієнт використання річної виробничої потужності:

$$\frac{184000}{237600} \cdot 100 = 77,44 \text{ \%}$$

4) Кількість жиру-сирцю, одержувана за зміну:

$$594 \cdot 130 \cdot 0,051 = 3938 \text{ кг;}$$

$$\text{за рік: } 3,938 \cdot 400 = 1575 \text{ т або } 30888 \cdot 0,051 = 1575 \text{ т/рік.}$$

5) Кількість харчових пражених жирів:

$$1575 \cdot 0,7 = 1103 \text{ т/рік.}$$

6) Необхідний час роботи обладнання:

$$t_{\text{АВЖ}} = \frac{1103000}{1500} = 735 \text{ годин} \quad \text{або} \quad \frac{735}{7,5} = 98 \text{ змін};$$

$$t_{\text{ДЛав}} = \frac{1103000}{830} = 1329 \text{ годин} \quad \text{або} \quad \frac{1329}{7,5} = 177 \text{ змін}.$$

27.2. Контрольні задачі

27.1. Визначити кількість харчових пряжених жирів в асортименті, яку виробляють в цеху за зміну.

Варіанти завдань подані у табл.27.6. Передбачити у варіантах 1, 5 використання відкритих казанів з паровим обігрівом; у варіантах 2, 6, 9 – використання автоклава; у варіантах 3, 10 – лінії АВЖ; у варіантах 4, 7, 8 – Де – Лаваль.

Таблиця 27.6. Числові дані до задачі 27.1

Показники	Варіанти завдань									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Потужність цеху забою за зміну, т	130	170	200	210	140	160	150	180	200	190
У тому числі										
Яловичина	70	80	90	80	80	70	60	90	110	100
Свинина	30	60	70	90	30	55	50	40	50	55
Баранина	30	30	40	40	30	35	40	50	40	35

При розв'язанні скористатися даними таблиць 27.2, 27.3, 27.4.

27.2. Потужність цеху забою птиці і потрошіння тушок – 60 т за зміну; курчат – 15 т; курок – 10 т; качок – 5 т; гусок – 5 т; індичок – 25 т.

Розрахувати кількість голів птиці, що переробляється за зміну.

При розв'язанні задачі скористатися даними табл.27.1.

27.3. Потужність цеху забою і потрошіння тушок кролика – 10 т за зміну. Розрахувати кількість голів кролика, що переробляються за зміну.

При розв'язанні задачі скористатися даними табл.27.1.

27.4. М'ясо-жировий цех переробляє велику рогату худобу. Визначити, яка серед операцій – забійовка, нутровка або зачистка туш – є “вузьким” місцем на виробництві, а також коефіцієнт використання річної виробничої потужності. За операцією, яка має найменшу продуктивність, визначити випуск м'яса і жиру-сирцю в рік.

Варіанти завдань подані у табл. 27.7.

Таблиця 27.7. Варіанти завдань

Показники	Варіанти завдань				
	1	2	3	4	5
Планове завдання по переробці великої рогатої худоби, голів за рік	20000	21000	19000	22000	21000
Середня маса туші, кг	130	140	150	160	142
Оперативний час, год за зміну	7,3	7,6	7,8	7,4	7,2
Кількість робочих місць на операціях					
Забійовка туш (головна операція)	7	10	8	9	8
Нутровка туш	5	6	5	6	7
Зачистка туш	3	3	2	4	3
Нормативи оперативного часу, с					
На забійовку туші	315	315	320	290	310
На нутровку туші	265	270	280	270	264
На зачистку туші	83	86	75	82	84
Вихід жиру – сирцю, % від маси м'яса	5,15	5,2	5,3	5,1	5,4
Планова кількість змін за рік	440	420	430	410	460

ГЛАВА 28. РОЗРАХУНОК СИРОВИНИ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

Основну і допоміжну сировину для виробництва ковбасних виробів розраховують по кожному виду ковбас окремо, виходячи з рецептури і виходу готової продукції.

Розглянемо розрахунки сировини, виходячи з рецептури і виходу готової продукції.

Загальну кількість основної жилованої сировини (яловичини, свинини), необхідної для виробництва ковбасних виробів за зміну (G_{oc} , кг), розраховують за формулою:

$$G_{oc} = \frac{G_{гв}}{\Phi_{г.пр}} \cdot 100, \quad (28.1)$$

де $G_{гв}$ – кількість готових виробів, вироблених за зміну, кг;
 $\Phi_{г.пр}$ – вихід готової продукції, % до маси несолоної сировини.

Необхідну кількість основної сировини по виду (яловичина жилована, свинина, шпик і т.д.) за зміну, $G_{осв}$ розраховують за формулою:

$$G_{ос.в} = G_{ос} \cdot \frac{k}{100}, \quad (28.2)$$

де k – норма витрати сировини відповідно до рецептури на 100 кг основної сировини, кг.

Приклад 28.1. Визначити витрати сировини і допоміжних матеріалів для виробництва 1000 кг окремої ковбаси І сорту.

Норми витрати сировини відповідно до рецептури для виробництва окремої ковбаси І сорту:

Яловичина І сорту – 60 кг; свинина нежирна – 23 кг; шпик – 14,41 кг; сіль – 2,5 кг; крохмаль – 2 кг.

Розв'язок

1) Загальну кількість сировини визначаємо за формулою (28.1):

$$G_{\text{ос}} = \frac{1000 \cdot 100}{117} = 855 \text{ кг},$$

де 117 – вихід готової продукції для окремої ковбаси І сорту, %.

2) Необхідну кількість сировини по виду за зміну визначаємо за формулою (28.2):

$$G_{\text{ялов}} = \frac{855 \cdot 60}{100} = 517 \text{ кг},$$

$$G_{\text{св}} = \frac{855 \cdot 23}{100} = 197 \text{ кг}.$$

Аналогічно розраховують решту необхідної сировини і результати зводять у табл. 28.1.

Таблиця 28.1. Результати розрахунків

Ковбаса	Виробіток за зміну, кг	Вихід продукції, %	Загальна кількість сировини, кг	У тому числі:		Крохмаль, кг	Вода, кг	Сіль, кг	Спеції, кг	Шпик, кг	Загальна маса фаршу, кг
				Яловичина І сорту, кг	Свинина нежирна, кг						
Окрема, І сорт	1000	117	855	513	197	17,1	178	21,4	2,6	123,2	1052,3

Приклад 28.2. Визначити змінну і річну виробничу потужність ковбасного цеху, а також коефіцієнт використання річної виробничої потужності. Виявити “вузькі” місця і намітити заходи з їх ліквідації за даними табл.28.2, 28.3, 28.4. Прийняти число змін на рік 550.

Таблиця 28.2. Характеристика обладнання ковбасного виробництва

Обладнання	Кількість одиниць обладнання	Сировина, напівфабрикати	Продуктивність, т/год	Місткість, л	Тривалість циклу, хв	Ефективний час роботи, год за зміну
Волчок	2	Яловичина Свинина	2 1,5	—	—	6
Кутер	1	Фарш	—	250	5 (варені ковбаси) 8 (сосиски, сардельки)	6,7
Шпигорізка	1	Шпик	0,4 (при розмірі 6х6х6) мм, 0,6 (при розмірі 12х12х12)	—	—	6,34
Мішалка	1	М'ясо, сіль	—	340 (коэф. заповнення 0,85)	5	6,7
Фаршемішалка	1	Компоненти фаршу	—	650 (коэф. заповнення 0,85)	10 (варені), 15 (напів – копч. ковбаси)	6,7
Шприц	3	Фарш	1,2 (синюга); 1 (кутин і целюфан); 0,7 (круга); 0,3 (шлунок баранячий); 0,6 (шлунок яловичий)		—	6,5

Таблиця 28.3. Характеристика камер ковбасного виробництва

Камери	Кількість одиниць	Продуктивність, т за зміну	Тривалість роботи, год за зміну
Обжарочні	5	3,2 (варена ковбаса в кутизні і кругах); 2 (варена ковбаса в синюзі); 2,9 (напівкопчена ковбаса в яловичому шлунку і сосиски в баранячому шлунку)	8
Варочні	3	4,3 (варена ковбаса); 7,2 (сосиски); 6 (сардельки); 4 (напівкопчена ковбаса)	8
Коптильні	8	360 кг за добу	Цілодобово

Таблиця 28.4. Нормативні дані ковбасного виробництва в асортименті

Продукція	Планове завдання, т	Норми виходу готової продукції, % від маси сировини	Потреба в сировині, т	Планові витрати сировини					
				Яловичина		Свинина		Шпик, свиняча грудинка	
				Норма, %	Кількість, т	Норма, %	Кількість, т	Норма, %	Кількість, т
Варена ковбаса									
Любительська	800	100	800	35	280	40	32	25	200
Білоруська	600	85	705,88	10	70,6	65	458,8	25	176,5
Окрема	700	108	648,1	60	388,9	23	149,1	15	97,2
Шинко – рублена	400	98	408,2	40	163,3	58	236,8	–	
Чайна	500	112	446,4	70	312,5	20	89,3	8	35,7
Разом	3000	–	3008,6		1215,3	–	1254		509,4
Сосиски									
Шкільні	580	100	580	35	203	60	348	–	
Руські	620	110	563,6	50	281,8	50	281,8	–	–
Сардельки	600	115	521,7	58	302,6	40	208,7	–	
Разом	1800	–	1665,3	–	787,4	–	838,5	–	–

Продовження табл. 28.4

Напівкопчена ковбаса									
Армавірська	100	80	г 125	20	25	50	65,2	30	37,5
Краківська	100	80	125	30	37,5	40	50,0	30	37,5
Полтавська	200	80	250	30	75	30	75	40	100,0
Польська	400	75	533,3	60	320	25	133,3	15	80
Мінська	100	75	133,3	98	130,6	—	—	—	—
Разом	900		1166,6	—	588,1	—	320,8	—	255
Всього	5700		5840,5		2590,8		2413,3		764,4

При заповненні графі “Потреба в сировині” скористатись формулою (28.1): $600/0,55=705,88$ т; граф “Кількість” – формулою (28.2): $705,88 \cdot 0,1=70,6$ т.

Розв’язок

Норма продуктивності машин залежить від виду м’яса, оболонки і сорту ковбас, тому спочатку необхідно розрахувати середню годинну норму продуктивності машин, а потім їх змінну продуктивність.

1) Волчок.

Середня годинна норма продуктивності волчків

$$H_{\text{год}} = \frac{n_1 \cdot P_{\text{ялов}} \cdot G_{\text{ялов}} + n_2 \cdot P_{\text{св}} \cdot G_{\text{св}}}{G_{\text{ялов}} + G_{\text{св}}},$$

де n_1 і n_2 – кількість одиниць волчків при подрібненні яловичини і свинини відповідно; $P_{\text{ялов}}$, $P_{\text{св}}$ – продуктивність вовчків при подрібненні яловичини і свинини відповідно, т/год; $G_{\text{ялов}}$, $G_{\text{св}}$ – планові витрати яловичини і свинини відповідно, т.

Підставивши цифрові дані, маємо:

$$H_{\text{год}} = \frac{2 \cdot 2,0 \cdot 2590,8 + 2 \cdot 1,5 \cdot 2413,3}{2590,8 + 2413,3} = 3,5 \text{ т.}$$

Змінна продуктивність волчків становить:

$$H_{\text{зм}} = H_{\text{год}} \cdot t = 3,5 \cdot 6 = 21 \text{ т сировини,}$$

де t – ефективний час роботи, год за зміну.

Для порівняння продуктивності волчків з продуктивністю інших машин необхідно перерахувати її в одиниці готової продукції. Для цього використано відношення готової продукції до сировини:

$$\frac{5700}{2590,8 + 2413,3} \cdot 100 = 113,9 \text{ \%}.$$

Тоді змінна продуктивність волчків в одиницях готової продукції дорівнюватиме:

$$\Pi_{\text{зм}}^{\text{П}} = 21 \cdot 1,139 = 23,9 \text{ т готової продукції}.$$

2) Кутер.

Його продуктивність залежить від місткості кількості м'яса, необхідного для виробництва варених ковбас, сосисок і сардельок, і тривалості циклу.

Розрахунок кількості м'яса для вироблення варених ковбас:

$$G_{\text{вар}} = 1215,3 + 1254 = 2469,3 \text{ т};$$

сосисок і сардельок:

$$G_{\text{сс}} = 1665,3 \text{ т}.$$

Сумарна кількість м'яса становить:

$$G_{\text{сум}} = 2469,3 + 1665,3 = 4134,6 \text{ т}.$$

Середня тривалість кутерування визначається як:

$$\bar{t} = \frac{t_1 \cdot G_{\text{вар}} + t_2 \cdot G_{\text{сс}}}{G_{\text{сум}}} = \frac{5 \cdot 2469,3 + 8 \cdot 1665,3}{4134,6} = 6,2 \text{ хв},$$

де t_1 і t_2 – тривалість циклу кутерування відповідно варених ковбас, сосисок і сардельок, хв.

Визначаємо змінну продуктивність кутера по фаршу:

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{V_{\text{кут}} \cdot t_{\text{е}}}{\bar{t}} = \frac{250 \cdot 6,7 \cdot 60}{6,2} \approx 16,2 \text{ хв},$$

де $V_{\text{кут}}$ – місткість кутера, л; $t_{\text{е}}$ – ефективний час роботи, год за зміну.

Розрахунок продуктивності кутера в одиницях готової продукції:

$$\Pi_{\text{зм}}^{\text{гп}} = 16,2 \cdot \frac{5700}{4134,6} = 22,3 \text{ т готової продукції.}$$

3) Шпигорізка.

Середня норма продуктивності шпигорізки розраховується за кількістю шпику різноманітного ступеня подрібнення.

Розрахунок годинної продуктивності шпигорізки:

$$\Pi_{\text{год}} = \frac{\Pi_1 G_1 + \Pi_2 G_2}{G_{\text{заг}}},$$

де Π_1 і Π_2 – годинна продуктивність шпигорізки при розмірах шматків $6 \times 6 \times 6$ мм і $12 \times 12 \times 12$ мм відповідно; G_1 і G_2 – кількість шпику одного і другого ступеня подрібнення відповідно; прийемо $G_1 = 0,72 \cdot G_{\text{заг}}$, $G_2 = 0,28 \cdot G_{\text{заг}}$, $G_{\text{заг}}$ – загальна кількість шпику, т.

Підставивши цифрові дані, маємо:

$$\Pi_{\text{год}} = \frac{0,4 \cdot 550,4 + 0,6 \cdot 214}{764,4} = 0,456 \text{ т/год.}$$

Продуктивність шпигорізки за зміну становить:

$$\Pi_{\text{зм}} = \Pi_{\text{год}} \cdot t_e = 0,456 \cdot 6,34 = 2,89 \text{ т,}$$

або в одиницях готової продукції:

$$\Pi_{\text{зм}}^{\text{гп}} = 2,89 \cdot \frac{5700}{764,4} = 21,6 \text{ т,}$$

де t_e – ефективний час роботи шпигорізки, год за зміну.

4) Мішалка.

Змінну продуктивність мішалки розраховуємо за формулою:

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{V_{\text{міш}} \cdot \varphi_{\text{міш}} \cdot t_e}{1000 \cdot t_{\text{міш}}},$$

де $V_{\text{міш}}$ – місткість мішалки, л; $\varphi_{\text{міш}}$ – коефіцієнт заповнення; t_e – ефективний час роботи мішалки, год за зміну; $t_{\text{міш}}$ – тривалість циклу, хв.

Після підстановки:

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{340 \cdot 0,85 \cdot 6,7 \cdot 60}{1000 \cdot 5} = 23,2 \text{ т},$$

або в одиницях готової продукції:

$$\Pi_{\text{зм}}^{\text{гп}} = 23,2 \cdot \frac{5700}{2590,8 + 2413,3} = 26,4 \text{ т готової продукції}.$$

5) Фаршомішалка.

Змінна продуктивність фаршомішалки визначається кількістю фаршу, необхідного для виготовлення ковбас різноманітних видів, і середньою тривалістю перемішування.

Розрахунок кількості фаршу для виготовлення ковбас варених:

$$G_{\text{фв}} = 3008,4 + 509,4 = 3517,8 \text{ т};$$

напівкопчених:

$$G_{\text{фнк}} = 1166,6 + 255 = 1421,6 \text{ т}.$$

Загальна кількість фаршу:

$$G_{\text{ф}} = 1421,6 + 3517,8 = 4939,4 \text{ т}.$$

Середню тривалість перемішування визначають за формулою:

$$\bar{t} = \frac{t_{\text{в}} \cdot G_{\text{фв}} + t_{\text{нк}} \cdot G_{\text{фнк}}}{G_{\text{ф}}},$$

де $t_{\text{в}}$ і $t_{\text{нк}}$ – час перемішування фаршу для варених і напівкопчених ковбас відповідно, хв;

$$\bar{t} = \frac{10 \cdot 3517,8 + 15 \cdot 1421,6}{4939,4} = 11,4 \text{ хв}.$$

Розрахунок продуктивності фаршомішалки за зміну:

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{V_{\text{фм}} \cdot \varphi_{\text{фм}} \cdot t_e}{1000 \cdot \bar{t}},$$

де $V_{\text{фм}}$ – місткість фаршомішалки, л; $\phi_{\text{фм}}$ – коефіцієнт завантаження;

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{650 \cdot 0,85 \cdot 6,7 \cdot 60}{1000 \cdot 11,4} = 19,5 \text{ т.}$$

Змінна продуктивність фаршомішалки в одиницях готової продукції

$$\Pi_{\text{зм}}^{\text{гп}} = 19,5 \cdot \frac{5700}{4939,4} = 22,5 \text{ т готової продукції.}$$

6) Шприци.

Продуктивність шприца залежить від асортименту застосовуваних оболонок.

Розрахунок середньої годинної норми продуктивності шприца:

$$H_{\text{год}} = \frac{\Pi_{\text{с}} G_j + \Pi_{\text{кт}} G_j + \Pi_{\text{кр}} G_j + \Pi_{\text{чб}} G_j + \Pi_{\text{чя}} G_j}{\sum G_j},$$

де G_j – планове завдання на j – й вид продукції, т; $\Pi_{\text{с}}$, $\Pi_{\text{кт}}$, $\Pi_{\text{кр}}$, $\Pi_{\text{чб}}$, $\Pi_{\text{чя}}$ – продуктивність шприца при використанні оболонки відповідно синюги, кутизана і целофану, круга, шлунка баранини, шлунка яловичини, т/год.

Після підстановки:

$$H_{\text{год}} = \frac{1,2 \cdot 800 + 1,0(400 + 600) + 0,7 \cdot 700 + 0,3(580 + 620) + 0,6 \cdot (500 + 600 + 200 + 400 + 100 + 100 + 100)}{5700} = 0,7 \text{ т/ч.}$$

Розрахунок продуктивності шприців за зміну:

$$\Pi_{\text{зм}} = H_{\text{год}} \cdot t_{\text{е}} \cdot n = 0,7 \cdot 65 \cdot 3 = 13,65 \text{ т,}$$

або в одиницях готової продукції:

$$\Pi_{\text{зм}}^{\text{гп}} = 13,65 \frac{5700}{1665,3 + 4939,4} = 11,78 \text{ т готової продукції,}$$

де n – число шприців.

7) *Обжарочна камера.*

Розрахунок середньої змінної продуктивності здійснюється за формулою:

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{\Pi_1 G_j + \Pi_2 G_j + \Pi_3 G_j + \Pi_4 G_j}{\sum G_j},$$

де $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$ – змінна продуктивність камери по вареній ковбасі в синюзі, по напівкопченій ковбасі в яловичому шлунку і сосисках у баранячому шлунку; вареній ковбасі в кутизні і кругах, т/зм.

Підставивши цифрові дані, маємо:

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{2 \cdot 300 + 2,9 \cdot 3300 + 3,2 \cdot 1500 + 2,4 \cdot 600}{5700} = 2,88 \text{ т/зм}$$

готової продукції однієї обжарочної камери.

Встановлено 5 обжарочних камер, тоді:

$$\Pi_{\text{зм}}^{\text{п}} = 2,88 \cdot 5 = 14,4 \text{ т.}$$

8) *Варочна камера.*

Середня змінна продуктивність варочної камери залежить від співвідношення видів ковбас в асортименті (варені ковбаси, сосиски, сардельки, напівкопчені ковбаси):

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{\Pi_1 G_1 + \Pi_2 G_2 + \Pi_3 G_3 + \Pi_4 G_4}{G_1 + G_2 + G_3 + G_4},$$

де $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$ – змінна продуктивність варочної камери по вареній ковбасі, напівкопченій ковбасі, сосисках, сардельках відповідно, т/зм; G_1, G_2, G_3, G_4 – кількість відповідних виробів, т.

$$\Pi_{\text{зм}} = \frac{4,6 \cdot 3000 + 4 \cdot 900 + 7,2 \cdot 1200 + 6 \cdot 600}{5700} = 5,2 \text{ т.}$$

Встановлено 3 варочні камери, тоді:

$$\Pi_{\text{зм}}^{\text{п}} = 5,2 \cdot 3 = 15,6 \text{ т.}$$

9) *Коптильні камери.*

Добова продуктивність коптильних камер:

$$P_{\text{доб}} = P_{\text{кк}} \cdot n = 360 \cdot 8 = 2880 \text{ кг},$$

де $P_{\text{кк}}$ – добова продуктивність однієї копильної камери, кг/доб; n – число камер.

При двозмінній роботі ковбасного цеху продуктивність копильних камер у зміну дорівнює 1440 кг. Загальна кількість ковбаси, яку спрямовують на копчення, становить 15,8 % від планового випуску всіх ковбас. Тоді продуктивність копильних камер в одиницях готової продукції

$$P_{\text{зм}}^{\text{гп}} = \frac{1440 \cdot 100}{15,8 \cdot 1000} = 9,1 \text{ т готової продукції}.$$

Виробнича потужність ковбасного цеху приймається за продуктивністю обжарочних камер, тобто 14,4 т за зміну.

Річна виробнича потужність ковбасного цеху:

$$P_{\text{річ}} = 14,4 \cdot 550 = 7920 \text{ т/рік}.$$

Коефіцієнт використання річної виробничої потужності:

$$k = \frac{5700}{7920} \cdot 100 = 71,9 \text{ \%}.$$

Для виявлення “вузьких” місць порівнюють змінну виробничу потужність ковбасного цеху з продуктивністю машин (у тоннах готової продукції):

Вовчки	– 23,9
Кутер	– 22,3
Шпигорізка	– 21,6
Мішалка	– 26,4
Фаршомішалка	– 22,5
Шприци	– 11,78
Обжарочні камери	– 14,4
Варочні камери	– 15,6
Копильні камери	– 9,1

“Вузькими” місцями є шприци (11,78 т) і копильні камери (9,1 т). Для ліквідації “вузьких” місць можна провести такі заходи.

При формуванні ковбаси – збільшити виробництво ковбас у більш широкій оболонці (норми продуктивності шприців змінюються

залежно від діаметра оболонки від 0,3 до 1,2 т/год); використовувати маркіровану оболонку, у зв'язку з чим товарна в'язка батонів буде не потрібна і трудомісткість операції знизиться; встановити пристосування для механізації в'язки батонів ковбаси; замінити частину шприців іншими, більш продуктивними.

При копченні ковбаси – зменшити виробництво напівкопчених ковбас і на стільки ж збільшити виробництво варених; скоротити тривалість копчення ковбас, застосовуючи копильні препарати.

28.1. Контрольні задачі

28.1. Визначити витрати сировини і допоміжних матеріалів для виробництва 1 т ковбаси. Варіанти завдань подані у табл.28.5; 28.6.

Таблиця 28.5. Варіанти задачі 28.1

Складові частини, кг на 100 кг сировини	Варені ковбаси		Напівкопчені ковбаси		Копчені ковбаси	
	Варіанти задач					
	1	2	3	4	5	6
	Любительська вищого сорту	Чайна II сорту	Полтавська вищого сорту	Українська I сорту	Радянська вищого сорту сирокопчена	Любительська I сорту варенокопчена
Яловичина						
вищого сорту	35				20	
I сорту			30			
II сорту		70		50		
Свинина						
напівжирна		20	30	25		
нежирна	40				50	
Шпик						
твердий	25					
напівтвердий	15				30	

Продовження табл. 28.5

Грудина свиняча солона		40	25			35
Картопляний крохмаль або пшеничне борошно І сорту	2					
Спеції						
цукор	0,100	0,100	0,135	0,120	0,200	0,200
чорний перець	0,060	0,100	0,090	0,060	0,100	0,100
мускатний горіх	0,040					0,030
духмяний перець			0,075	0,120	0,050	0,050
часник		0,200	0,150	0,150		
коріандр		0,050				
мандра					0,25	
кардамон					0,030	0,025
Вихід готової продукції, %	102	114	80	78	57	66

Розв'язання усіх варіантів задачі 28.1 аналогічне розв'язанню прикладу 28.1.

28.2. Визначити змінну і річну виробничу потужність ковбасного цеху, а також коефіцієнт використання річної виробничої потужності. Виявити “вузькі” місця і намітити заходи щодо їх ліквідації.

Кількість змін роботи цеху на рік – 300. Вид оболонки студент вибирає самостійно.

Варіанти завдань подані у табл.28.6.

Таблиця 28.6. Варіанти завдань 28.2

Продукція	Планове завдання (т на рік) за варіантами задач					Вихід готової продукції, % від маси сировини	Норми витрат сировини, кг на 100 кг основної сировини		
	1	2	3	4	5		Яловичина	Свинина	Шпик, грудинка
Любительська	1000	800	900	600	700	107	35	40	25
Окрема	800	750	600	500	800	116	58	25	15
Чайна	600	500	400	600	700	120	68	20	10
Докторська	1500	900	800	700	1000	107	25	70	–
Сосиски свинячі	400	300	400	500	300	105	–	100	–
Сардельки									
Свинячі	300	200	300	200	200	114	–	98	–
Яловичі	400	300	200	150	200	120	90	–	10

Розв'язання варіантів задачі 28.2 аналогічне прикладу 28.2.

ГЛАВА 29.

ТЕХНОЛОГІЯ БРОДИЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ

29.1. Загальна характеристика виробництва і сировини

В основі цих виробництв лежить процес бродіння. Бродіння – це трансформація вуглеводовмісного субстрату в анаеробних умовах. У залежності від мікроорганізмів (особливостей їхніх ферментативних систем) утворюються різні продукти, які більш окислені, ніж вуглеводи, – спирти, наприклад, молочна і пропіонова кислоти, ацетон і інші. Крім цього, як правило, утвориться двооксид вуглецю.

До бродильних виробництв відносять: технологія спирту, пива, квасу, оцтової кислоти, ацетону, бутанолу. Крім цього, до них відносять деякі виробництва, у яких немає стадії зброджування, але загальним є наявність кінцевої стадії. Це виробництво безалкогольних напоїв, лікєро-горілочаних виробів, сюди ж відносяться технології дріжджів і солоду. Солод – це сировина бродильного виробництва, але при одержанні солоду стадії бродіння немає.

29.2. Загальні відомості про виробництво солоду

Солод – це пророщене і потім особливим способом висушене зерно злакових культур. Метою солодощення є накопичення в зерні гідролітичних ферментів і розпушення ендосперму зерна. У найбільших розмірах одержують ячмінний і житній солоди. Ячмінний солод використовують як основну сировину у виробництві пива і як осахарючий засіб у технології спирту. Житній солод є сировиною у виробництві квасу, входить до складу деяких оригінальних рецептур хліба (бородинський і інші).

Солод одержують на великих солодових підприємствах, а також у цехах спирто- і пивоварних заводів. Потужність спеціалізованих підприємств може складати від 10 до 40 тис. тонн солоду в рік. Солодове виробництво оснащене складним різноманітним високо механізованим устаткуванням.

29.3. Вимоги до якості сировини

Основною сировиною для виробництва солоду є зерно злакових культур (ячмінь, жито, пшениця, просо, овес). Крім звичайних вимог (по засміченості, вологості, наповненості зерна й ін.) до зерна для солодоращення пред'являють особливі вимоги: висока здатність до проростання і екстрактивність. Екстрактивність – це здатність речовин зерна переходити в розчин при затиранні. Затирання – це змішування продукту з водою і витримка для того, щоб у продукті гідролізувалися біополімери.

Для забезпечення тривалого зберігання важливим є вологість зерна, яка при прийманні не повинна перевищувати 14,5–15 %. Зберігання безтарне.

29.4. Технологічна схема одержання ячмінного солоду. Біохімічні основи процесу

Солодовий завод повинен мати дев'ятимісячний запас ячменю, тому технологічна схема містить у собі як обов'язковий елемент зберігання зерна з попередньою стадією його очищення (рис. 29.1).

Попереднє очищення зерна здійснюється при його прийманні. На цій стадії ячмінь звільняється від грубих домішок просіванням і провітрюванням на повітряно-ситових сепараторах.

При зберіганні ведуть контроль за температурою середовища і вологістю сировини з метою запобігання його самозігріванню, а потім псуванню.

При вторинному очищенні зерно просівають через повітряно-ситові сепаратори і трієри. Видаляється бур'яниста домішка і зернові домішки. Використовуються сита різних розмірів і трієри різного призначення.

Очищене зерно сортують. Необхідність сортування зв'язана з тим, що швидкість і ступінь замочування зерна залежить від розмірів зерна (виповненості зерна). За розмірами зерно поділяють на три сорти. Зерно пропускають через сита з діаметром отворів 2,2 і 2,5 мм. Перший і другий сорти йдуть окремо у виробництво, їх не змішують. Третій сорт йде на корм худобі. Зерно пропускають через магнітні сепаратори.

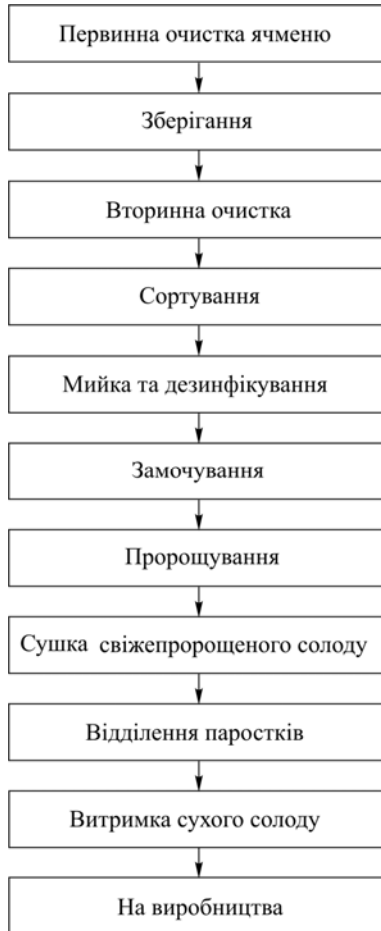


Рис. 29.1. Функціональна схема виробництва ячмінного солоду.

Перед замочуванням зерно мийуть і дезінфікують. Миття ячменю проводять у замочувальних чанах холодною водою, подача води може бути зверху і знизу доти, поки зерно не стане чистим (рис. 29.2). Зерно тонким струменем подають у замочувальний чан, на 1/3 заповнений водою. Рівень води повинен бути вище рівня зерна. Вміст чану інтенсивно перемішують стисненим повітрям і залишають у воді на 1,5–2 години, після чого плав, що складається з легкого зерна й інших

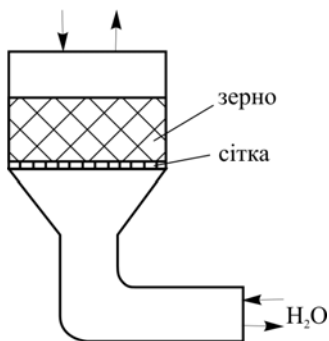


Рис. 29.2. Схема миття зерна в замочувальному чані

домішок, знімають. Брудну воду видаляють, зерно промивають, заливають свіжою водою, додають дезінфікуючий розчин, перемішують і залишають на 2–3 години, після чого воду зливають, зерно піддають замочуванню.

Метою замочування є доведення вологості зерна до 42–48 %, що забезпечує його проростання. Зі збільшенням його волого вмісту сильно зростає енергія дихання зерна. Тому, щоб не допустити отруєння зародка двооксидом вуглецю, необхідна аерація. Оптимальна температура замочування 10–12 °С. Зі збільшенням температури замочувальної води прискорюється набухання ко-

лоїдів зерна, але активізуються мікроорганізми, споживаючи кисень. Для зерна кисню не вистачає, зародки задихаються. Тепле замочування проводять при температурі 18–20 °С, що вимагає гарної попередньої дезінфекції. Швидкість замочування залежить від розміру зерна, температури води і її сольового складу. Тривалість процесу складає 48–56 год.

Швидкість замочування залежить також від жорсткості води. У м'якій воді зерно насичується водою швидше, ніж у жорсткій. Жорсткість води, що застосовують для замочування, не повинна перевищувати 7 мг – екв/л.

Ступінь замочування визначають за зміною маси 1000 зерен до і після замочування. При цьому попередньо визначають вологість сухого зерна. При досягненні вологості 42–48 % процес закінчують. Великі зерна замочують довше, ніж дрібні. Партія зерна повинна бути однорідною за розміром. Тривалість замочування залежить від виду зерна. Так, за інших рівних умов жито замочують швидше, ніж ячмінь.

При вологості зерна 14 % у ньому утримується тільки зв'язана вода. При вологості вище 15 % у зерні з'являється вільна вода, у якій розчиняються живильні речовини і переміщуються до зародка. Ферменти з алейронового шару і зародка з водою переносяться в ендосперм.

Ступінь замочування зерна необхідно контролювати, тому що при надлишковому поглинанні води оболонка втрачає властивості напівпроникної мембрани, що призводить до загибелі зародка.

Зерно вважається добре замоченим, якщо при легкому стискуванні його великим і вказівним пальцями уздовж довгої осі не відчувається тверда структура зерна, чутне легке потріскування оболонки, що відокремлюється від ендосперму.

Пророщення зерна супроводжується морфологічними і біохімічними перетвореннями. Морфологічні зміни – це розвиток зародка і порушення клітинної структури ендосперму (рис. 29.3).

Біохімічні зміни – це активізація ферментів, гідроліз біополімерів, дихання зерна. Усе це полегшує вивільнення крохмалю, білкових і інших речовин при готуванні суслу (рис. 29.4).

Зародок розвивається між алеїроновим шаром і оболонкою. До завершення процесу довжина корінців повинна складати 1,5–2 довжини зерна. А величина паростка повинна на стадії завершення складати $\frac{2}{3}$ – $\frac{3}{4}$ довжини зерна. Вихід паростка за межі зерна (гусари) неприпустимий, тому що корінці і паростки в ході технологічної обробки видаляються у відходи, що збільшує втрати і зменшує вихід солоду. Ці відходи являють собою біомасу, що має гіркий смак, тварини їх не їдять.



Рис. 29.3. Морфологічні зміни зерна в процесі пророщення.



Рис. 29.4. Схематичне зображення клітин зерна.

При замочуванні має місце розпушення ендосперму. Активація ферментів відбувається як за рахунок новотворів, так і активації ферментів, що є в зерні. Відбувається активація гідролітичних ферментів (α і β -амілази, протеази, фосфатази) у 3–7 разів. Значне місце займає гідроліз біополімерів під дією цих ферментів. Одночасно активізується дихання зерна як по аеробному, так і по анаеробному механізму.

Тривалість процесу пророщення зерна 7–9 діб в залежності від виду солоду. Для світлого солоду необхідна температура 13–16 °С, для темного 21–23 °С. Рощення ведуть у солодовнях – топових або пневматичних. Топові солодовні являють собою приміщення з бетонованою підлогою, що має ухил для стоку води. Зерно складають у вигляді грядки висотою до 40 см. Щоб уникнути самозігрівання солоду, 2–3 рази в добу проводять його перелопачування лопатами. На сучасних заводах використовують солодовні різних типів: ящикові, барабанні, шахтні.

Безперервне ворошіння необхідне для запобігання зрощенню зерен (рис. 29.5). Контроль ведеться за температурою і вологістю повітря, за накопиченням ферментів і ступенем розпушеності ендосперму.

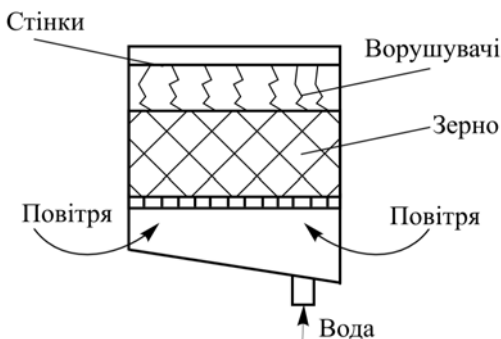


Рис. 29.5. Схема ворошіння при пророщенні зерна.

Органолептичний контроль: зерно повинне легко розтиратися між пальцями; запах зелених огірків. Ефірні і затхлі запахи свідчать про порушення вирощування.

Отриманий готовий солод відправляють на сушіння з метою зниження вологості, додання кольору, смаку, аромату. Процес ведуть у сушарках періодичної або безперервної дії, останні мають переваги,

тому що скорочують витрати палива, збільшують продуктивність, підтримуються потрібні якісні постійні характеристики. Тривалість сушіння 24–36 год. Температуру сушіння збільшують по мірі зниження вологості. Золоте правило сушіння – до зниження вологості зернової маси до 15 % не можна підвищувати температуру сушильного агента понад 50 °С, інакше ферменти будуть інактивовані. На останньому етапі сушіння солоду проводять при температурі 85–105 °С. Ця стадія називається відсушкою. На цій стадії відбувається реакція меланоїдиноутворення, що додає солодові запах хлібної скоринки і золотаво-коричневий колір. Вологість світлого солоду 3–3,5 %, темного 1–1,5 %.

Відділення паростків здійснюють після сушіння на ростковідбивній машині.

Зберігання солоду проводять при температурі не вище 20 °С; шаром не більш як 3–4 м протягом 1,5–2 місяців. Процеси, що відбуваються в ньому, поліпшують його якість.

Солод зберігають на стелажах у вентильованих приміщеннях або в силосах, не заражених комірними шкідниками, при температурі 10–30 °С і відносній вологості 75 %.

Солод у вигляді зерен не подрібнюють, протягом 4–5 тижнів відбувається відлежка солоду – якість поліпшується.

ГЛАВА 30. ТЕХНОЛОГІЯ ПИВА

30.1. Загальні відомості про виробництво пива

Пиво – це ігристий освіжаючий напій з характерним ароматом і приємним гіркуватим смаком, насичений двооксидом вуглецю. Він вгамовує спрагу, підвищує тонус організму, сприяє правильному обмінові речовин, у ньому містяться вуглеводи, білки, вітаміни, органічні кислоти. Роблять його на великих заводах, що знаходяться в містах; продуктивність таких заводів 1–12 мільйонів декалітрів (1 декалітр = 10 літрів) у рік. Поряд з ними існують невеликі підприємства – пивоварні, що орієнтовані на невеликий асортимент і малу продуктивність.

Випускають пиво світлих і темних сортів з малим і високим вмістом спирту (від 2,5 до 8 %), з легким або яскраво вираженим хмелевим смаком і ароматом. Охмilenня пиву надає смак хмелю. Букет пива залежить від штаму дріжджів, температури і тривалості шумування.

Запах харчового продукту – це відчуття, що зв'язані з рецепторами носових пазух і носоглотки. Відомі дві складові запахів – аромат і букет.

Аромат визначають леткі речовини сировини. Букет визначають речовини, що утворюються в результаті технологічної переробки сировини.

30.2. Сировина для виробництва пива

Підготовка сировини – солоду і несоложеного ячменю (кукурудзяного борошна) включає очищення і дроблення. Основною сировиною є ячмінний солод. З метою економії дорогого солоду або для надання окремим сортам пива характерного смаку використовують несоложену сировину – ячмінь, рисову січку, пшеницю й ін. При використанні цієї сировини у великих кількостях (понад 30 %) застосовують ферментні препарати, тому що власних ферментів солоду для забезпечення належного ступеня гідролітичних процесів недостатньо.

Для додавання пиву специфічного смаку й аромату застосовують хміль. Хміль додає напоєві аромат і гіркоту, пригнічує розвиток мікроорганізмів, збільшує піностійкість і стійкість пива при зберіганні. Використовують жіночі суцвіття – шишки хмелю, висушені особливим способом. В останні роки використовують екстракти і концентрати із шишок хмелю, які містять ароматичні і смакові речовини, що й обумовлює застосування хмелю в пивоварстві.

У виробництві пива (рис. 30.1) велике значення має вода як силовинний компонент.



Рис. 30.1. Функціональна схема технології виробництва пива.

Пиво – це холод, солод і вода. Вміст води в пиві – 90 %. У першу чергу необхідна мала жорсткість води.

Важливим є також показник бактеріального обсіменіння води колі-титр і колі-індекс відповідно 300 і 3. Для готування темних сортів пива рекомендується вода з твердістю 3,5 – 7 мг-екв/л, для світлих сортів не більш 1,8 мг-екв/л. Звичайну питну воду не можна використовувати без зм'якшення. Низька жорсткість води забезпечує краще протікання процесу екстрагування, сприяє м'якості смаку напою.

30.3. Технологічні стадії виробництва пива

Підготовка сировини – солоду і несоложеного ячменю (кукурудзяного борошна) включає стадії очищення і дроблення.

Очищення солоду від залишків паростків, пилу, волокон, металевих включень проводять на полірувальних машинах і сепараторах. Дроблення солоду і несоложеного ячменю проводять для більш повного екстрагування з них речовин при затиранні. Їх не розмелюють, а роздавлюють для збереження оболонок і здрібнювання ендосперму. Оболонки, що складаються з целюлози, надалі використовують як фільтруючий шар. Дроблять солод на чотирьох- або шестивалкових дробарках із гладкими валками, швидкість яких однакова. Верхня пара валків забезпечує грубе попереднє дроблення. Помел надходить на сита, де груба крупка і лушпайка затримуються, а тонка крупка і борошно відокремлюються і надходять у бункер. Сход із сит попадає на наступну пару валків, де повторно піддається дробленню. Для дроблення несоложеного ячменю застосовують двовалкові дробарки з рифленими валками.

Затиранням називають процес готування сусла для зброджування, що містить у собі змішування дроблених солоду і несоложеної сировини з водою, нагрівання і витримання суміші при визначеній температурі. Ціль цього процесу – екстрагування розчинних компонентів солоду і переведення у розчинний стан нерозчинених речовин.

Дроблений солод, змішаний з водою, називається затором, а розчин, що одержують у процесі затирання, – суслом. Частина речовин, які утримуються в солоді (цукор, продукти розпаду білків, деякі кислоти), легко розчиняються у воді, а крохмаль і деякі білкові речовини нерозчинні.

Умови затирання повинні забезпечити необхідні умови для дії ферменту солоду. Регулювання ведуть за значенням рН, температури, тривалості процесу, концентрації або щільності затору, іноді регулюють тиск. Оптимальним значенням рН є 5,6, дуже рідко підкисляють до 5,2.

Існують дві групи способів затирання – настоянні (рис. 30.2) і відварочні. Настоянні використовують у випадку солоду високої якості.

Найважливіша характеристика цього процесу – графік затирання: один кілограм сировини заливають 3–4 літрами води, вносять солод, ячмінь і ферментний препарат:

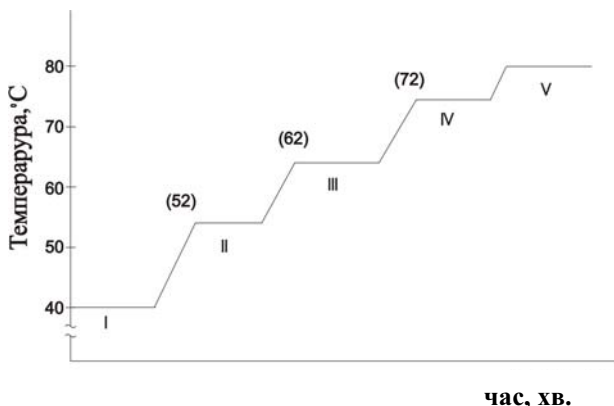


Рис. 30.2. Графік затирання, хв:
I – 20; II – 30; III – 20–30; IV – 40; V – короткий час.

I – витримка, що називається цитолітичною паузою; тривалість 20 – 30 хв;

II – білкова пауза; діють протеолітичні ферменти солоду, розщеплюючи білок, тривалість 30 хв;

III – мальтозна пауза, оптимальна температура для дії β -амілази; з кінця, що не редукує, відщеплюється мальтоза, розщеплюється крохмаль;

IV – пауза осахарювання; діє α -амілаза на ендосперм зерна. Крохмаль розщеплюється на декстрини. Відбувається повний гідроліз крохмалю солоду. Контроль процесу ведуть за окрасом йодної проби (синє – фіолетове – червоно-буре, тобто йод уже не змінює забарвлення);

V – температура 80 °C, за короткий проміжок часу відбувається клейстеризація крохмалю – швидке осахарювання, фермент інактивується.

Швидкість підвищення температури від стадії до стадії – не більше одного градуса в хвилину, щоб не інактивувати ферменти.

Відварочний спосіб полягає в тому, що частину затору доводять до кипіння. Кип'ятіння проводять з метою клейстеризації крохмалю. Кількість відварів від одного до трьох.

Готування пивного суслу відбувається у варильному відділенні (рис. 30.3). Солод через автоматичні ваги 1 надходить у солододробарку

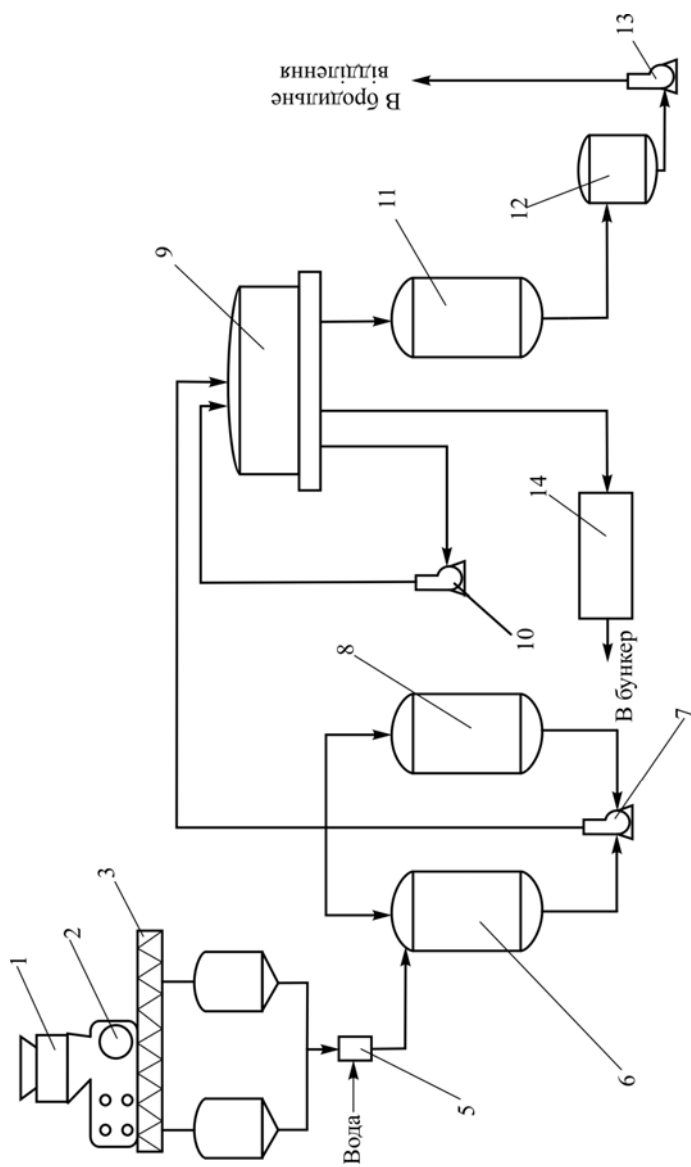


Рис. 30.3. Відварочна схема у виробництві пива:

1 – автоматичні ваги; 2 – солододробарка; 3 – шнек; 4 – бункер; 5 – предзаторник; 6 – заторні чани; 7 – відцентровий насос; 8 – заторний котел; 9 – фільтраційний чан; 10, 13 – насоси; 11 – сусліварочний котел; 12 – хмільовідокремлювач, 14 – монтежю.

2 і після дроблення шнеком 3 подається в бункер 4. У предзаторнику 5 солод змішується з теплою водою температури 40–50 °С. Отримана тістоподібна маса надходить у заторний чан 6, де перемішується мішалкою (затирається). По закінченні цього процесу частина заторної маси (близько 40 %) відцентровим насосом 7 перекачується в заторний котел 8, обладнаний мішалкою і паровою сорочкою. Тут вона нагрівається до температури осахарювання (70 °С), а по закінченні осахарювання доводиться до кипіння. Після нетривалого (близько 15 хв) кипіння, що необхідно для розварювання великих часток солоду, розриву оболонок крохмальних зерен і клейстеризації крохмалю, заторну масу насосом 7 викачують у заторний чан 6. Кип'ячена частина затору називається першою відваркою. У результаті змішування першої відварки з некип'яченою частиною затору вся маса набуває температури 65 °С. При такій температурі затор залишають на 15–30 хв для осахарювання. Після цього знову відбирають 40 % маси, перекачують у заторний котел 8, нагрівають до кипіння і кип'ятять 15 хв (друга відварка).

Другу відварку знову повертають у заторний чан, де встановлюють температуру 75 °С. Далі всю заторну масу насосом 7 передають у фільтраційний чан 9, для відділення дробини від сусла. Він має ситчате дно, яке розташоване на 8–12 мм вище основного дна. На ситчатому дні відкладається шар дробини, через який фільтрується сусло. Мутне сусло, що одержують на початку фільтрації (коли ще не утворився фільтраційний шар) насосом 10 повертають у фільтраційний чан. Прозоре сусло, що пройшло через фільтраційний шар, направляють у сусловарочний котел 11, де воно кип'ятиться з хмелем. У процесі кип'ятіння видаляється частина води, сусло ароматизується, відбувається денатурація білків сусла і його стерилізація.

Гаряче охмілене сусло спускають у хмілевідокремлювач 12, де затримуються пелюстки хмелю, і насосом 13 перекачують у збірник гарячого сусла. Вилужена солодова дробина з фільтраційного чана 9 направляється в монтежю 14, а відтіля в прийомний бункер. Дробина використовується як корм для худоби.

При кип'ятінні сусла білки денатуються – згортаються. Для виділення коагульованих білків сусло прохолоджують і освітлюють. *Реалізацію цих процесів здійснюють у сепараторах, пластинчастих і трубчастих теплообмінниках до температури 5–6 °С.*

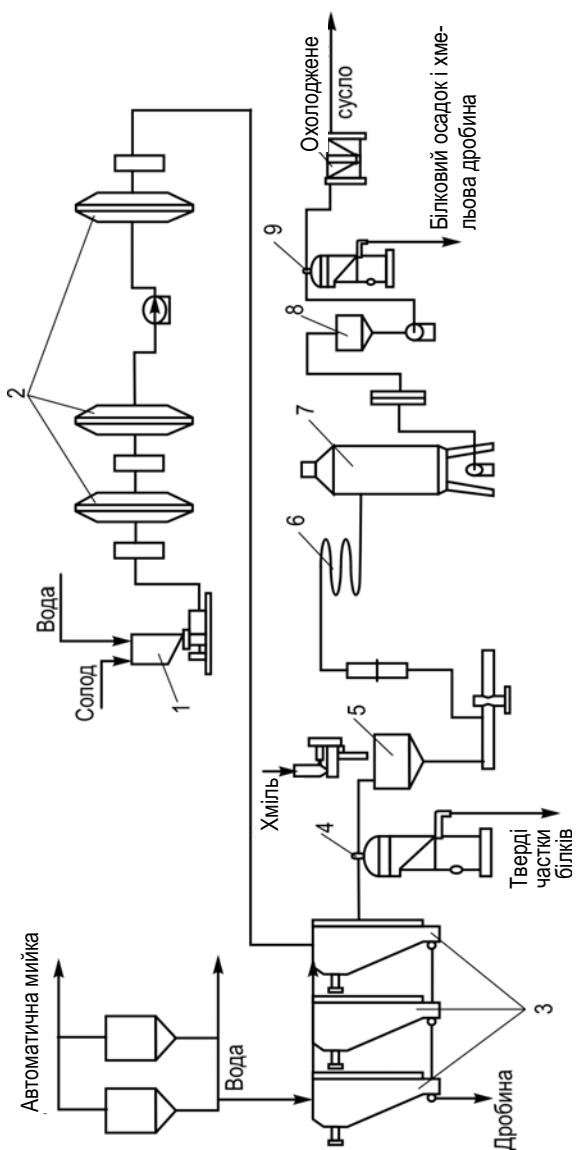


Рис. 30.4. Установа для безперервного виробництва суслу:

1 – заторний апарат; 2 – теплообмінники; 3 – промивник дробини; 4, 9 – сепаратори; 5 – змішувач;
6 – теплообмінник; 7 – вакуум-апарат; 8 – збірник суслу; 10 – холодильник.

Потім сусло зброджують пивними дріжджами низового шумування *S. Carlsbergenses*, що до кінця процесу опускаються на дно. Як правило, бродіння проводять при низьких температурах бродильної ємності, що сприяє освітленню сусла.

У нас прийняте двохстадійне бродіння. Головне бродіння проводять при температурі 6–8 °С протягом 7–10 діб у відкритих сепараторах. Потім ведуть доброджування при температурі 0–2 °С протягом 21–90 діб в герметизованих апаратах. Таке пиво на заході називають лагерним пивом.

Окремі сорти пива одержують бродінням в одну стадію (рис. 30.4) при температурі 14–25 °С. Ця технологія прийнята в Англії, Франції; пиво називають «ель» – це пиво верхового бродіння. По типу елю випускають оксамитне пиво, що бродить три дні, доброджування відбувається в пляшках.

Світлість – цю вимогу до елю не застосовують, тому що навіть при температурі 2,5 °С освітлення не відбувається. При цьому ще велика вологість.

На стадії головного бродіння (низового) дріжджі зброджують цукри до спирту і двооксиду вуглецю. На стадії доброджування йдуть ті ж процеси, але двооксид вуглецю, що утворився при низьких температурах, розчиняється в рідині, а потім при наливі пива в склянку забезпечує гру пухирців.

Освітлюють пиво діатомітом (кізельгуром), фільтрують, якщо треба, донасичують двооксидом вуглецю і готове пиво розливають у банки, пляшки, бочки, автоцистерни. Розлив у дрібну тару здійснюють на автоматизованих лініях.

ГЛАВА 31.

ТЕХНОЛОГІЯ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ

31.1. Загальні відомості про виробництво

Етиловий спирт широко застосовується у промисловості. Близько 150 галузей промисловості використовують його як сировину або допоміжний матеріал. Це хімічна промисловість, електротехнічна, парфумерна, фармацевтична й інші. Він є також основою для вироблення деяких алкогольних напоїв (горілка, коньяк, лікери й ін.); у кондитерській промисловості для готування начинки; у виробництві соків і морсів для забезпечення їх зберігання; у виноробстві для припинення бродіння вин і додання їм стабільності.

Етиловий спирт – це безбарвна рідина, що має пекучий смак і характерний запах. Однак запах йому додають домішки, сам етиловий спирт запаху не має. Температура кипіння спирту 78,35 °С, щільність 789,27 кг/м³.

У промисловості поширені два методи одержання етилового спирту: біохімічний і хімічний. Біохімічний метод заснований на збродженні сахарів дріжджами. Хімічний метод заснований або на гідролізі целюлози, або на каталітичній гідратації етилену. У провідних країнах світу етиловий спирт, в основному, стримують синтезом з етилену. Це зв'язано з тим, що сільськогосподарська сировина стає усе дорожчою, крім того, значна частина цієї сировини може бути використана для харчування. Собівартість синтетичного етилового спирту стала нижчою, що і забезпечує йому переважне поширення.

В Україні розповсюджений біохімічний метод. Для використання в харчовій промисловості спирт отримують з зернових культур, картоплі, буряка, меляси. Для технічних цілей широко використовується спирт, вироблений із продуктів гідролізу деревини і відходів целюлозного виробництва. Для технічних цілей може бути використаний спирт-сирець зі вмістом етанолу 88 %. У харчовій, парфумерній, медичній галузях застосовують спирт-ректифікат, що випускається трьох сортів: екстра; вищого очищення; І сорт. Вміст етанолу відповідно 96,5 %; 96,2 %; 96,0 %. В основному сорти спирту відрізняються вмістом домішок.

31.2. Сировина для виробництва спирту

В Україні етиловий спирт отримують на спеціалізованих підприємствах, що наближені до джерел сировини. У інших країнах спиртові заводи входять до складу підприємств, що випускають скроні, коньяк і інші напої.

При виробництві спирту для харчових цілей широко застосовують мелясу (цукробурякову), картоплю і зернові культури.

Як допоміжні матеріали використовують осахарюючі речовини – солод і ферментні препарати. У спиртовій промисловості застосовують ячмінний, пшеничний, просяний і вівсяний солоди. Просяний і вівсяний мають високу декстринуючу здатність і забезпечують великий вихід з одиниці крохмалю, що є в сировині.

До допоміжних матеріалів відносять антисептики – соляну і сірчану кислоти, сульфанол, формалін, хлорне вапно. Застосовують мінеральні солі або багаті ними джерела, що містять азот і фосфор.

Дріжджі застосовують як біологічний об'єкт, що забезпечує бродіння. При виробництві спирту використовується велика кількість води на технологічні і технічні цілі.

31.3. Технологічні стадії виробництва спирту

Незалежно від застосовуваної сировини технологічний процес включає три основні стадії (рис. 31.1).



Рис. 31.1. Функціональна схема технологічного процесу отримання спирту.

Підготовча стадія найбільш проста при переробці на спирт сахаромістких матеріалів. В Україні спирт в основному отримують з меляси. При використанні меляси її перевіряють на доброякісність, під якою розуміють відношення зброджуваних сахарів до загального вмісту сухих речовин. Справа в тому, що вміст сухих речовин у мелясі не нормується. Зв'язано це з тим, що вміст сахарів і сухих речовин у мелясі залежить від району вирощування буряка і часу переробки. Тому на виробництві ви-

значають можливий вихід спирту. Меляса містить сухих речовин до 80 %. У ній на частку зброджуваних сахарів приходить 60–65 %.

Перед використанням мелясу розбавляють водою до концентрації 21–22 %, підкислюють, додаючи живильні азото- і фосфорумісні речовини, при необхідності стерилізують, охолоджують і направляють на збродження. У тих випадках, коли мелясу використовують на спиртових заводах, що випускають і дріжджі, мелясу фільтрують, щоб видалити зважені частки, й обробляють адсорбентами для зниження насиченості кольору. Колір меляси обумовлений продуктами карамелізації і меланоїдиноутворення, що шкідливі для дріжджів.

При використанні сировини, яка містить крохмаль (рис. 31.2), ціллю підготовчої стадії є осахарювання крохмалю. Для забезпечення доступу до крохмалю осахарюючих ферментів сировину розварюють гострою парою при тиску 5 МПа.



Рис. 31.2. Функціональна схема технології переробки крохаломісткої сировини в спирт.

При використанні картоплі, вологість якої висока, її подрібнюють на тертках, отриману масу розварюють насиченою парою при тиску ~ 5 МПа для того, щоб забезпечити доступ осахарюючим ферментам до крохмалю в рослинних клітинах.

При використанні зернової сировини проводять її дроблення, змішування з водою і тільки потім направляють на розварювання. На стадії розварювання відбувається набрякання крохмальних зерен і наступна їх клейстеризація (перехід від упорядкованої структури до вільної).

Після розварювання масу охолоджують і вносять осахарюючі агенти – солоди або амілолітичні ферментні препарати. Після витримки і перевірки на ступінь осахарювання гідролізат, що являє собою, в основному, мальтозу з домішкою моносахарів і декстринів, направляють на бродіння.

Якщо як сировину використовують деревину, то кору видаляють, сировину подрібнюють. Якщо використовують соняшникову лузгу, коробочки бавовни, тирсу, стружку деревних порід, здрібнювання не проводять. Гідроліз клітковини проводять при температурі $160\text{--}180^\circ\text{C}$ у присутності кислот і каталізаторів. Використовують 80 % сірчану кислоту, тому середовище дуже кисле: $\text{pH } 1,8\text{--}2$. При цьому через ряд проміжних з'єднань утворюють моносахари, в основному глюкозу. Перед зброджуванням гідролізат нейтралізують до $\text{pH } 5\text{--}6$ і обов'язково охолоджують. З 1 тонни сухої деревини одержують 170–200 л спирту, що дозволяє заощадити 1,6 т картоплі або 0,6 т зерна.

Другою стадією є зброджування. Його проводять при температурі $28\text{--}30^\circ\text{C}$ і атмосферному тиску. Бродіння йде по анаеробному типу, тобто утворюється спирт і двооксид вуглецю. Крім цього при бродінні утворюються так названі вищі спирти ($\text{C}_3\text{--}\text{C}_6$). Суміш вищих спиртів називають ще сивушним маслом або сивушними маслами. Утворюються також альдегіди, ефіри, органічні кислоти, гліцерин. Зріла бражка містить також дріжджі, солі, незброджувані вуглеводи, речовини для забарвлення. При зброджуванні меляси або крохмаломісткої сировини вміст у зрілій бражці етанолу може доходити до 8,5–9,5 %. При використанні деревини вміст спирту в бражці 0,9–1 %; сульфатних лугів – 0,5–0,8 % (тому що дріжджі в цьому середовищі почують себе некомфортно).

Дріжджі після закінчення бродіння промивають і або піддають обробці для направлення в торговельну мережу, або для повторного використання в наступних циклах бродіння. Необхідність заміни дріжджів зв'язана з їх обсіменінням сторонньою мікрофлорою. Обсіменіння визначається або мікробіологічним контролем, або по зростанню кислотності в середовищі (молочнокислі бактерії). У виробництві спирту на базі сульфатних лугів обсіменіння не має, дріжджі не змінюють.

На спиртових заводах є дріжджові відділення, що забезпечують підготовку дріжджів до зброджування сахаромістких речовин.

Спирт виділяють із бражки відгоном на брагоперегонних установках, він називається спиртом-сирцем. У ньому багато домішок. Одержувана при цьому барда (кубовий залишок) виводиться з колони для використання на кормові цілі. Після повторного відгону – ректифікації одержують спирт-ректифікат.

Спирт-сирець надходить у куб ректифікаційної колони, нагрівається паром до температури 90–92 °С і в пароподібному стані заповнює ректифікаційну колону, де здійснюється ректифікація спирту. Спочатку відбирають низькокип'ячі домішки спирту-сирцю: ефіри й альдегіди. Потім відбирається найбільша фракція – різні сорти спирту. Після спирту етилового виводять сивушне масло, до складу якого входять аміловий, ізоаміловий, пропіоновий і інші багатоатомні спирти.

З однієї із верхніх тарілок спирт надходить на холодильник, замірюється приладами, направляється до спиртосховища. Далі цистернами відвантажується споживачам.

Домішки в спирті-сирці умовно поділяють на три види. Головні домішки – ефіро-альдегідна фракція – температура їх кипіння нижча за температуру кипіння спирту, вони видаляються першими. Кінцеві або хвостові домішки – це сивушні масла, температура яких вища від температури кипіння спирту. Це висококип'яча фракція. Деякі речовини-домішки мають температуру кипіння, близьку до температури кипіння етанолу. Тому ці домішки залишаються в етанолі. Для видалення домішок використовують ректифікаційні колони різної конструкції. На рис. 31.3 приведена лінія безперервного готування горілок з автоматичним контролем міцності.

Вимоги до якості спирту визначаються показниками, приведеними в таблиці 31.1.

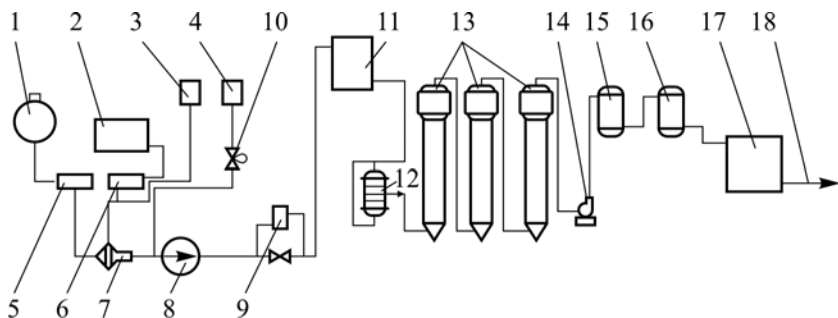


Рис. 31.3. Технологічна лінія виробництва горілки:

1 – ємність для спирту; 2, 3, 4 – збірники для сировини; 5, 6 – бачки постійного рівня; 7 – струминний змішувач; 8, 14 – насоси; 9 – датчик щільності; 10 – виконавчий механізм; 11 – буферна ємність; 12, 15, 16 – фільтри; 13 – стовпчик адсорбера псевдокип’ячого шару; 17 – збірник готової продукції; 18 – трубопровід у цех розливу.

Таблиця 31.1. Вміст домішок у спирті

Домішки	Спирт-сирець		Спирт-ректифікат		
	з зерна або картоплі	з меляси	екстра	вищого очищення	I сорту
Метанол, об. %	0,02- 0,15	сліди	—	—	—
Сивушні масла, мг/л	300-450	200-350	3	4	15
Леткі кислоти, мг/л	30-120	50-120	12	15	20
Альдегіди, мг/л	20-100	300-1000	2	4	10
Складні ефіри, мг/л	200-700	20-500	25	30	50

Докладно із сучасною технологічною схемою одержання етилового спирту й основним устаткуванням, що використовують для цих цілей, можна ознайомитися в прикладах по застосуванню пластинчастих теплообмінних апаратів у харчовій промисловості (глава 46).

Випускається ще спирт питний. Його виробляють зі спирту вищого очищення, отриманого із зерна або картоплі. Питний спирт виробляють розведенням водою до 95 %.

Спирт екстра виробляють тільки з зерна. Спирт вищого очищення випускають при використанні зерна, картоплі, буряка, меляси. Спирт I сорту випускають із зерна, картоплі, меляси і цукрового буряка.

ГЛАВА 32. ТЕХНОЛОГІЯ ВИНА

32.1. Загальна характеристика вина

Вино є цінним столовим напоєм, що містить цілий ряд вітамінів і мікроелементів. Воно має також лікувальні і дієтичні властивості, антисептичну і бактерицидну дію.

Виноградні вина розрізняються за складом і способом застосування. Умовно їх можна розділити на дві основні групи: тихі вина і вина, насичені двооксидом вуглецю (рис 32.1).

Вина, що не містять надлишку двооксиду вуглецю, називають тихими на відміну від вин, насичених двооксидом вуглецю (гристих). Тихі вина підрозділяються на столові, кріплені і ароматизовані. Столовими є вина, що містять спирт, отриманий тільки в результаті природного бродіння цукру. При повному зброджуванні цукру одержують сухі столові вина (зброджені “насухо”). У таких винах об'ємна частка спирту природного бродіння може змінюватися від 9 до 14 %. За деяким винятком напівсухі або напівсолодкі вина містять частину не добродженого цукру винограду. Масова частка спирту природного бродіння в них складає від 9 до 12 %. Вина цієї категорії не підлягають тривалій витримці, вимагають особливих умов зберігання (при температурі близько 0 °С) і випускаються тільки в молодому віці.

Кріпленими називають вина, що їх одержують при неповному зброджуванні соку або мезги, де бродіння припинене додаванням спирту. У кріплених винах допускається використання спирту-ректифікату як консервантів. У залежності від об'ємної частки спирту кріплені вина підрозділяють на міцні і десертні. Міцні вина містять від 17 до 20 % спирту, у тому числі не менш як 3 % природного бродіння, і від 1 до 13 % цукру. Спирт додають у сусло, що бродить, мезгу або в готове вино. При виробництві червоних вин спирт сприяє екстрагуванню зі шкірочки ягід барвних і дубильних речовин. До групи міцних вин належать прості білі, рожеві і червоні вина, що не відрізняються особливостями смаку і букета, а також оригінальні вина типу портвейну, хересу, мадери, що готуються особливими технологічними прийомами.

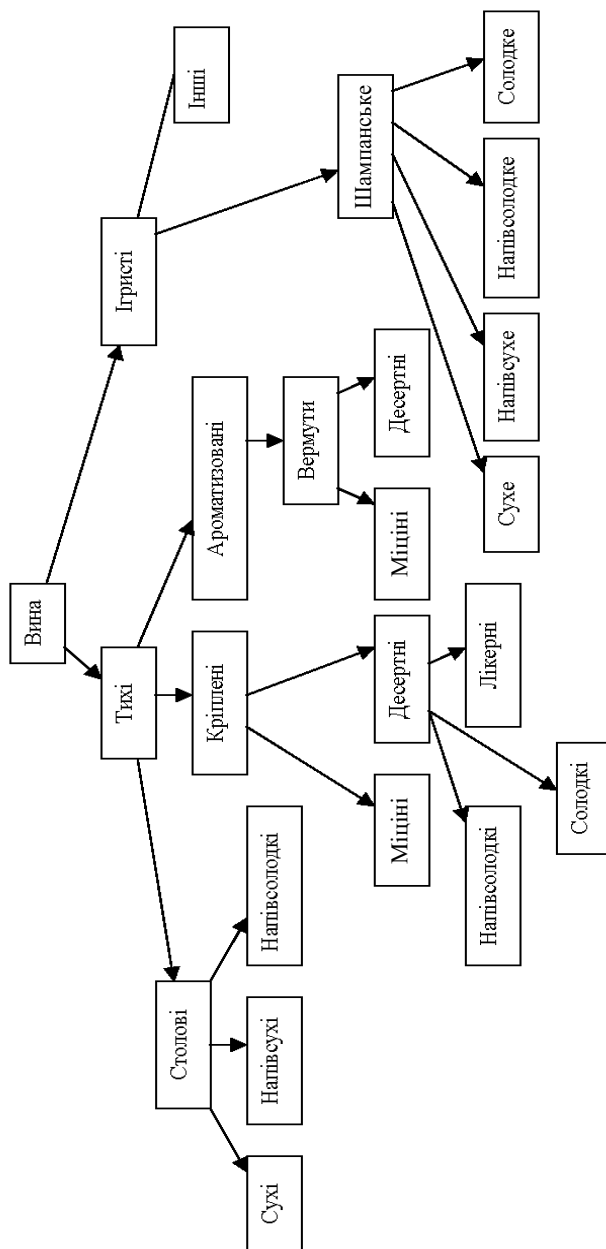


Рис. 32.1. Класифікація вин по групах.

Десертні вина містять менше спирту і більш солодкі. Об'ємна частка спирту в них складає від 12 до 17 %, у тому числі не менш 1,2 % природного бродиння. Вони відрізняються більшою повнотою і м'якістю смаку, специфічними яскраво вираженими сортовими тонами в ароматі. Десертні напівсолодкі вина містять від 5 до 12 % цукру, солодкі – від 14 до 20 %, а лікерні – від 21 до 35 %. Особливою популярністю користуються десертні мускатні вина, а також токай, малага і кагор.

До ароматизованих вин відносяться вермути – спеціальні кріплені вина, при виробництві яких використовують, крім спирту і цукру, настої різних трав й інші компоненти рослинного походження, що додають їм особливий аромат і смак. Такими компонентами є альпійський полин, корінь арніки, кардамон, валеріана, імбир, лепеха, шавлія, ромашка, ялівцеві ягоди, ваніль, мускатний горіх, лаванда, коріандр, аніс, кориця, чебрець, алое, м'ята й ін. У міцному вермуті масова частка спирту складає 18 %, цукру утримується 10 %, у десертному відповідно спирту 16 %, цукру 16 %. У залежності від кольору вина розрізняють червоні, рожеві і білі вермути.

Група гристих вин, насичених вуглекислим газом, куди входить і Радянське шампанське, відрізняється дуже тонким букетом, свіжим гармонійним смаком і специфічним забарвленням. Вміст цукру в шампанському залежить не тільки від виду вина – сухе, напівсухе, напівсолодке, солодке – а й від способу виробництва – пляшкового або резервуарного – і коливається від 0,3 до 0,8; 8 і 10 г/100 мл відповідно.

Найменування винам дають за назвою сорту винограду, з якого вони виробляються, або за назвою місцевості, де їх виробляють (Фетяска, Рислінг, Алиготе, Донське біле, Дербент, Цілінне).

Поряд із дрібними підприємствами потужністю 50 т/добу винограду працюють потокові лінії, що переробляють до 50 т/год винограду (рис. 32.2).



Рис. 32.2. Функціональна схема одержання червоних, білих столових тихих вин

32.2. Сировина для виробництва вина

Основною сировиною у виноробстві є виноград. Крім цього вино виробляється з фруктів і ягід.

Якість винограду визначається сортом, ступенем зрілості, смаковими властивостями, цукристістю, ступенем ураження хворобами і шкідниками, умовами вирощення, агротехнічними прийомами оброблення виноградників. На якість вина вирішальний вплив робить хімічний склад ягід, що залежить від підбору сортів і якості кожного сорту. Сортіві розходження винограду багато в чому визначають типи й індивідуальність вин, особливо марочних. У виноробстві існують сорти, які використовують для вироблення тільки визначених сортів або типів вин. Наприклад, столові сухі вина одержують з Рислінгу, Алиготе й інших.

До додаткових видів сировини варто віднести іоніти, жовту кров'яну сіль, необхідні для видалення солей важких металів; гідрофільні колоїди (желатин, яєчний білок, казеїн), бентоніт, каолін, кізельгур – для освітлення вин.

32.3. Технологічний процес виноробства

Технологія виноградних вин відрізняється великою розмаїтістю і визначається типом і сортом вина. Однак для найбільш розповсюджених білих і червоних столових тихих вин технологічний процес можна представити узагальненою функціональною схемою (рис. 32.3). Технологічні режими на кожній операції залежать від сорту вироблюваного вина.

Основні етапи процесу – переробка винограду й одержання виноматеріалів, їхня обробка, витримка, розлив.

Технологічні особливості переробки винограду й одержання виноматеріалів обумовлені будовою плодів винограду і їхнім хімічним складом. Плоди винограду мають вигляд грон, що складаються з основи (гребенів) і ягід на ній, що складаються з м'якоті, шкірочки, насіння. Всі елементи грона різні за хімічним складом. Так, гребінь, насіння і шкірочка містять багато дубильних і інших екстрактивних речовин. У шкірочці, крім того, є барвні й ароматичні речовини. Тому технологія переробки винограду передбачає використання різних частин грона для додання характерних рис і смаку різним типам вин.

Етап одержання виноматеріалів складається з таких технологічних операцій. Відділення гребенів від грон винограду на гребеневідокремлюючих машинах. Дроблення ягід роблять на спеціальних дробарках різної конструкції і принципу дії. У деяких випадках перші дві операції сполучають в одній дробильно-гребеневідокремлюючій машині. Робочим органом валкової дробарки є паралельно установлені валки, що обертаються в протилежні сторони з різною швидкістю. Це дозволяє краще розривати шкірочку ягід. Виноград, розташований над валками, захоплюється останніми і просувається в щілину між ними. У результаті одержують здрібнений продукт, що називають мезгою. При дробленні ягід і перетворенні їх у мезгу шкірочка гребенів і насіння не повинна розтиратися. Зазор повинний бути таким, щоб насіння вільно проходило.

Відділення соку (сусла) з мезги здійснюють спочатку простим стіканням в спеціальних апаратах.

Сусло-самоплив використовується для готування кращих марочних вин. Норма відбору сусла-самопливу – 50 дав з 75–80 дав сусла, що одержують з 1 т винограду. Подальше відокремлення сусла від твердих

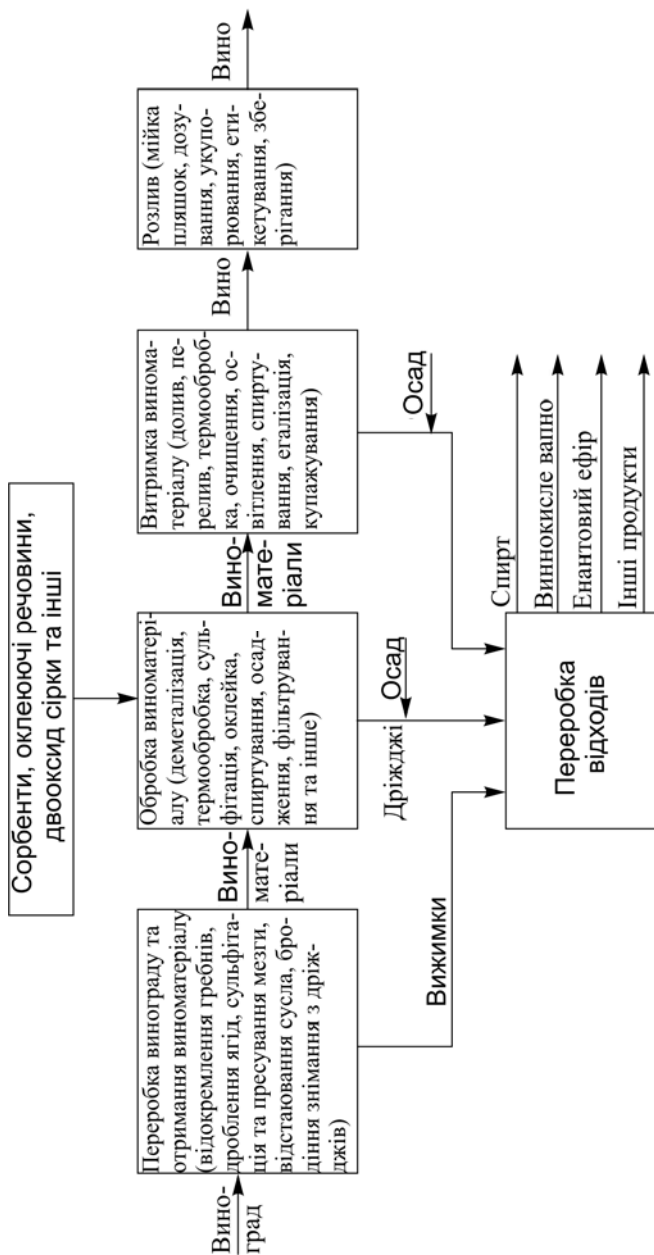


Рис. 32.3. Функціональна схема стадій виробництва вина

частин ягоди роблять на пресах різних конструкцій. При пресуванні тверді частини мезги перетираються й у сік попадає надлишкова кількість дубильних речовин, що “огрублюють” вино. Ці 25–30 дав сусла йдуть на приготування кріплених вин з великою кількістю екстрактивних речовин.

Освітлення сусла, тобто видалення часток м'якоті, обривків гребенів, насіння, шкірочки роблять на відцентрових апаратах, фільтрпресах або у відстійниках (декантаторах).

Бродіння сусла відбувається або періодично в металевих чи залізобетонних резервуарах, або безупинно в потоці. Попередньо в сусло вводять чисті культури спеціальних рас винних дріжджів, визначених для кожного типу вина.

Ферменти, вироблювані дріжджами, розкладають виноградний цукор на спирт і двооксид вуглецю:



Бродіння протікає з утворенням багатьох вторинних продуктів, що впливають на смак і аромат вина (гліцерин, бурштинова і оцтова кислоти, ацетальдегід, ефіри та інші.)

Кількість і склад вторинних продуктів, що утворюються в процесі бродіння, залежать від складу сусла, раси дріжджів і режиму бродіння.

Температура бродіння білих столових вин складає 15–18 °С, червоних – 28–32 °С. Червоні вина можна виробляти нагріванням мезги до температури 60–65 °С з наступним відокремленням сусла і зброджуванням при температурі 15–18 °С.

При виробленні сухих вин і коньячних виноматеріалів у результаті бродіння повинний бути зброджений весь цукор винограду, а при виготовленні напівсухих або напівсолодких вин бродіння штучно припиняють.

Кінцевим продуктом першого етапу є молоді виноматеріали. Цей етап сезонний і здійснюється на заводах первинного виноробства.

Вино у своєму розвитку проходить п'ять стадій: народження (бродіння), формування, дозрівання, старіння і відмирання. У результаті хімічних, біохімічних і фізичних процесів утворюються речовини, що випадають в осад. Помутніння вина знижує його товарні достоїнства. Тому ціль другого етапу технологічного процесу вироблення ви-

на – додання йому стабільності, тобто здатності зберігати задані товарні якості протягом визначеного часу.

Послідовність і технологічні режими операцій другого етапу визначаються типом вина і його складом.

Другий етап може проводитися на заводах як первинного, так і вторинного виноробства.

Деметалізація полягає у видаленні солей важких металів шляхом додаванням жовтої кров'яної солі або іонітів, що зв'язують іони металів і переводять їх в осад. Ці технологічні операції роблять у змішувальних резервуарах, теплообмінниках, центрифугах і фільтрах.

Сульфітація здійснюється з метою дезінфекції. Сірчистий ангідрид вводять у сусло, виноматеріал, вино або шляхом окурювання – спалювання сірчаних ґнотів в ємностях, підготовлених для наливу сусла, вина, або шляхом уведення рідкого сірчистого ангідриду безпосередньо в продукт.

Для окурювання великих кількостей виноматеріалу сірчані ґноти непридатні. Більш раціонально застосовувати рідкий сірчистий ангідрид, тому що при цьому точно встановлюється кількість уведеної сірчистої кислоти. Разом з кислотою не вводять ніякі сторонні речовини, що впливають на смак вина: приміщення не наповнюється шкідливим для здоров'я сірчистим газом, що при спалюванні ґнотів отруює повітря.

Обклеюванням називають операцію освітлення вин за допомогою гідрофільних колоїдів (желатину, рибачого клею, яєчного білка, казеїну), взаємодіючих з колоїдами вина. У результаті коагуляції тверда фаза виділяється в осад. Для освітлення можуть бути використані сорбенти: бентоніт, каолін, кізельгур. Осади відокремлюють на фільтрах.

Під термічною обробкою виноматеріалу або вина розуміють охолодження або нагрівання їх до визначеної температури в залежності від мети обробки.

Вплив термічної обробки на вино досить різнобічний. Охолодження і нагрівання у визначених умовах сприяють освітленню вин, досягненню ними стабільній прозорості і видаленню, а в деяких випадках (при нагріванні до температури 60 °C і вище) умертвінню небажаної мікрофлори (дріжджів і бактерій). Поліпшення смаку, що спостерігається в більшості випадків, вин, що пройшли термічну обробку, свідчить про те, що це один з дійових методів прискорення дозрівання і стабілізації вин.

Вплив холоду на вино сприяє осадженню виннокислих солей і робить вино стійким проти подальшого осадження солей винної кислоти та порушення рівноваги його складу, що може відбутися під впливом зниження температури приміщення.

Охолодження сприяє також випадінню в осад інших солей, дубильних і барвних речовин й коагуляції білкових та пектинових речовин, що знаходяться в вині й утруднюють очищення молодих вин.

Таким чином, охолодження має і біологічну дію, результатом якої є оздоровлення вина.

Нагрівання викликає у винах зміни як фізичного й хімічного, так і органолептичного характеру. Ці зміни визначаються умовами, при яких відбувається нагрівання: присутністю або відсутністю кисню, температурою і тривалістю нагрівання.

Нагрівання застосовують для різних цілей: пастеризації і надання стійкості вину, для поліпшення смакових якостей і прискорення дозрівання вина, а також для одержання специфічних якостей, властивих деяким типам вин.

Пастеризація вина полягає в тому, що вино нагрівають до температури 55–65 °С протягом короткого часу без доступу повітря.

Ціль пастеризації – умертвити мікроорганізми, що знаходяться в вині, і прискорити дозрівання і цим поліпшити смак вина (для молодих вин). При пастеризації вина набувають стійкості.

Нагрівання варто проводити таким чином, щоб вино, яке увійшло в апарат (пастеризатор) холодним, вийшло з нього також холодним для того, щоб гази, що виділяються з вина при пастеризації, і леткі продукти могли бути знову поглинені вином при його охолодженні.

Третій етап технології вина – витримка, у процесі якої відбуваються складні фізико-хімічні процеси, що формують якісні показники вина. Витримку проводять у бочках або інших технологічних ємностях.

Долив має постійно підтримувати заданий рівень рідини в ємності, що знижується в результаті випаровування вина. Зі зростанням тривалості витримки терміни доливу збільшують від двох разів у тиждень до одного переливання в один–два роки. Для доливу використовують вино того ж сорту і віку. Допускається застосування більш старого вина, але не більш молодого.

Переливання являє собою відокремлення прозорого вина від осаду. Перше переливання (зняття з дріжджів) роблять зазвичай після закінчення бродіння, коли вино достатньо очиститься, тобто в грудні, друге – у лютому – березні, третє – у серпні – вересні, останнє, четверте, – у грудні. Терміни і кількість переливань не регламентуються і визначаються сортом, складом і станом вина. При переливаннях здійснюють окурювання ємностей або сульфітування вин.

За тривалістю витримки і якістю вина підрозділяються на ординарні, марочні і колекційні. Вина, призначені для реалізації в молодому віці, називаються ординарними. Вина, що піддаються витримці протягом одного – шести років, є марочними. Їх виробляють за спеціальними технологіями із кращих сортів винограду у визначених виноробних районах і навіть мікрорайонах. Для закладки на витримку відбирають тільки високоякісні вина. Мінімальний термін витримки встановлюється для кожного найменування вина відповідно до його типу й органолептичної оцінки. Марочні вина повинні щорічно зберігати свої якісні специфічні показники.

Колекційні вина одержують з марочних вин особливо високої якості після закінчення терміну витримки у великих технологічних ємностях з наступним розливом у пляшки і додатковою витримкою в них протягом не менш двох років.

Ергалізацією називається змішування вин того ж самого типу. Вона спрямована на одержання однорідних за якістю партій і виправлення деяких недоліків вин. Ергалізацію шампанських виноматеріалів при першому переливанні називають ассамбляжом. Змішування вин, виготовлених з винограду різних сортів і районів виростання, років і типів (сухих і солодких та ін.), називають купажем.

Останній етап виробництва виноградних вин – розлив у пляшки. Миють пляшки в спеціальних пляшкомиєчних машинах. Розлив і укупорку пляшок проводять на автоматизованих лініях.

Перед розливом ординарні і марочні вина перевіряють лабораторним аналізом на відповідність стандартам. Вина, не стійкі до бродіння (напівсолодкі), піддають додатково пастеризації в пляшках. Для запобігання помутнінню столові вина розливають у гарячому стані. Невелика частина ординарних вин продається на розлив з бочок. Готові вина, призначені для розливу в пляшки, зберігають при температурі 8–16 °С, а напівсолодкі і напівсухі – при нульовій температурі.

ГЛАВА 33.

ПІДГОТОВКА ПИТНОЇ ВОДИ ДО ВИРОБНИЦТВА

33.1. Загальні вимоги до води, її роль і значення

Щорічно підвищується дефіцит води, на заводах безалкогольних напоїв вода, яку використовують, повинна строго розділятися на воду, що споживають для технологічних цілей, і воду, яку витрачають для промислових потреб. На підприємствах повинен бути організований збір і багаторазове використання води для промислових потреб. У залежності від призначення води до її якості пред'являються різні вимоги, що визначає характер і ступінь її підробки.

Необхідність кондиціонування води обумовлюється її роллю в життєдіяльності організму людини, а також прямим впливом якості води на якість напоїв.

Вода відіграє найважливішу роль у життєдіяльності людини, забезпечуючи нормальну температуру тіла, поліпшення апетиту, підвищення тонуусу організму, угамування спраги, але насамперед воду п'ють для того, щоб поповнити втрати її організмом. В організмі дорослої людини, що, приміром, важить 70 кг, міститься близько 50 кг води.

Вода в організмі людини є основним середовищем, у якому здійснюються внутрішньоклітинний і позаклітинний обмін речовин і різноманітні ферментативні і хімічні реакції.

Вода – кращий розчинник для живильних речовин, що надходять у наш організм, вони можуть перейти в кров тільки у вигляді водних розчинів. У воді розчиняються важливі для людини органічні і неорганічні речовини. Вона сприяє електролітичній дисоціації солей, що містяться в ній, кислот і лугів, виконує роль каталізатора різноманітних процесів обміну в організмі.

Організм людини досить відчутно реагує на порушення водного обміну, що викликається зміною хімічного складу води і мікробіологічних показників. У зв'язку з цим вода, яку використовують для готування безалкогольних напоїв, повинна піддаватися відповідній обробці, зокрема освітленню, поліпшенню якості, зм'якшенню і знезаражуванню.

Властивостями води і її якістю визначаються технології різних видів напоїв, їхні органолептичні показники і стійкість. Органолептичні, мікробіологічні, паразитологічні показники і хімічний склад питної води, що надходить з централізованих джерел водопостачання, повинні відповідати нормам, що приведені у табл. 33.1.

Таблиця 33.1. Норми якості питної води

Показники	Одиниця виміру	Норма (не більш)
<i>Органолептичні властивості</i>		
Запах при 20 °С з підігріванням води до 60 °С	бал	2,0
Смак і присмак при 20 °С	бал	2,0
Кольоровість по платиново-кобальтовій шкалі	град	20,0
Мутність по стандартній шкалі	мг/дм ³	1,5
<i>Хімічний склад (узагальнені показники)</i>		
Водневий показник	pH	6–9
Сухий залишок	мг/дм ³	1000
Твердість загальна	мг·екв/дм ³	7,0
Окислюваність перманганатна	мг/дм ³	5,0
Нафтопродукти, сумарно	мг/дм ³	0,1
Поверхнево активні речовини, аміноактивні	мг/дм ³	0,5
Фенольний індекс	мг/дм ³	0,25
<i>Неорганічні показники</i>		
Алюміній (Al ³⁺)	мг/дм ³	0,5
Барій (Ba ²⁺)	мг/дм ³	0,1
Берилій (Be ²⁺)	мг/дм ³	0,2
Бор (В, сумарно)	мг/дм ³	0,05
Залізо (Fe, сумарно)	мг/дм ³	0,3
Кадмій (Cd, сумарно)	мг/дм ³	0,001
Марганець (Mn, сумарно)	мг/дм ³	0,1
Мідь (Cu, сумарно)	мг/дм ³	1,0
Молібден (Mo, сумарно)	мг/дм ³	0,25
Миш'як (As сумарно)	мг/дм ³	0,05

Продовження табл. 33.1

Нікель (Ni, сумарно)	мг/дм ³	0,1
Нітрати (по NO ₂)	мг/дм ³	45
Ртуть (Hg, сумарно)	мг/дм ³	0,0005
Свинець (Pb, сумарно)	мг/дм ³	0,03
Селеній (Se, сумарно)	мг/дм ³	0,01
Стронцій (Sr ²⁺)	мг/дм ³	7,0
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	мг/дм ³	500
Фториди (F ⁻) для кліматичних районів I і II	мг/дм ³	1,5
III	мг/дм ³	1,2
Хлориди (Cl ⁻)	мг/дм ³	350
Хром (Cr ⁶⁺)	мг/дм ³	0,05
Ціаніди (CN ⁻)	мг/дм ³	0,015
Цинк (Zn ²⁺)	мг/дм ³	5,0
<i>Органічні речовини</i>		
ГХЦГ (Шидан)	мг/дм ³	0,002
ДЦТ (сума ізомерів)	мг/дм ³	0,002
2,4-Д	мг/дм ³	0,03
<i>Мікробіологічні і паразитологічні показники</i>		
Термотолерантні коліформні бактерії	Число бактерій у 100 мл	Відсутність
Загальні коліформні	Число бактерій у 100 мл	Відсутність
Загальне мікробне число	Число утворюючих колоній бактерій у 1 см ³	Не більш 50
Коліфаги	Число бляшкоутворюючих одиниць у 100 см ³	Відсутність
Суперечки сульфїтредекуючих кластридій	Число спор у 20 см ³	Відсутність
Цисти лямблій	Число цист у 50 см ³	Відсутність

33.2. Характеристика підготовленої води

Однак використання води з приведеними вище показниками для виробництва безалкогольних напоїв не може гарантувати високої якості і тривалої стійкості напоїв, тому що ряд показників питної води свідчить про наявність у ній різних мінеральних і органічних домішок у кількостях, що негативно впливають на якість напоїв.

Питна вода містить велику кількість різних домішок, що надходять до неї при конденсації вологи в атмосфері, проходженні через ґрунт, забрудненні побутовими і промисловими стоками. При випаданні опадів у виді дощу і снігу у воді розчиняються кисень, азот, двооксид вуглецю, складові речовини димових газів, різні мінеральні речовини – продукти окислювання, які, взаємодіючи з різними речовинами в ґрунті, утворюють погано розчинні і нерозчинні у воді з'єднання.

Особлива увага повинна бути приділена чистоті питної води з погляду її прозорості, мутності, кольоровості, відсутності зважених часток, присмаку, запаху, органічних речовин, вмісту бактерій і токсичних речовин.

У залежності від джерел водопостачання, складу і якості питна вода, яку використовують для технологічних потреб безалкогольного виробництва, піддається обробці по досить різноманітних технологічних схемах, що передбачає відстоювання, коагуляцію, знезалізування, зм'якшення, зниження кольоровості, знезаражування, фільтрування, деаерування й охолодження.

При надходженні питної води на підприємство з централізованих систем водопостачання перші дві стадії технологічної схеми обробки води виключаються. Питна вода, що надходить на заводи безалкогольних напоїв з нецентралізованих систем питного водопостачання, у тому числі з індивідуальних артезіанських свердловин, рік, відкритих водоймищ і т.ін., повинна піддаватися освітленню методом відстоювання і коагуляції з наступним фільтруванням.

Вода, яку використовують у виробництві безалкогольних напоїв, повинна відповідати санітарним нормам і вимогам. До органолептичних показників, що визначають якість води в безалкогольному виробництві, відносяться: смак, запах, колір і прозорість.

Вода, яку використовують для технологічних цілей виробництва напоїв, повинна бути прозорою, безбарвною, не мати сторонніх прис-

маків і запахів і відповідати вимогам, представленим нижче (табл. 33.2).

Таблиця 33.2. Органолептичні показники води для технологічних цілей

Показники	Значення
Запах при 20 °С и при підігріванні води до 60 °С, бали, не більше	0
Присмак при 20 °С, бали, не більше	0
Кольоровість по платиново-кобальтовій або шкалі, що імітує, град., не більше	10
Мутність по стандартній шкалі, мг/дм ³ , не більше	1,0

Вимоги до якісного і кількісного складу мінеральних домішок води, яку використовують в технологічних цілях безалкогольного виробництва, наведені в табл. 33.3.

Таблиця 33.3. Хімічні показники питної води

Показник	Значення
Жорсткість (загальна), мг·екв/дм ³ , не більше	0,7
Лужність, мг·екв/дм ³ , не більше	1,0
Мінеральні домішки, мг·екв/дм ³ , не більше:	
марганець	0,1
залізо	0,1
алюміній	0,1
сульфати	100–150
хлориди	100–150
мідь	1,0
цинк	5,0
нітрати	10
нітрити	сліди
свинець	0,1
кремній	2,0
миш'як	0,05
фтор	1,5
рН	3 – 6

Вміст активного хлору у воді після хлорування повинен бути 6,0 – 10,0 мг/дм³, після дехлорування вміст активного хлору повинен дорівнювати нулеві.

Мікробіологічні показники питної води: загальна кількість бактерій у 1 см³ нерозбавленої води, не більше, ніж 25; кількість бактерій групи кишкової палички в 1 дм³, не більше, ніж 3.

Для підготовки води при виробництві безалкогольних напоїв застосовують нижчеперелічені стандарти:

вода питна	ДСТ 2874—82;
кислота сірчана	ДСТ 2184—77;
кислота лимонна	ДСТ 906—79;
кислота соляна	ДСТ 3338—77;
натрію гідроксид	ДСТ 2263—79;
сульфат заліза (III)	ДСТ 9485—74;
гіпохлорид натрію	ДСТ 33086—76;
кальцію гідроксид	ДСТ 92662—77;
катіонит КУ-2-8-ЧС, КУ-1, КУ-2, КУ-2-8	ДСТ 20298—74;
натрію карбонат	ДСТ 5100—85;
вугілля освітлююче деревне	ДСТ 4453—74;
залізний купорос	ДСТ 4148—78;
мідний купорос	ДСТ 19347—84;
вапно хлорне	ДСТ 1692—85;
гіпохлорид кальцію	ДСТ 25263—82;
вугілля активоване березове	ДСТ 6217—74;
марганцевокислий калій	ДСТ 5777—84.

Величина максимально припустимих утрат сухих речовин у виробництві газованих безалкогольних напоїв 4,35 %. Витрата двооксиду вуглецю визначається з розрахунку 19 кг на 100 дав напою.

33.3. Технологічні стадії процесу підготовки води до виробництва

У залежності від якості вихідної води і вироблюваного напою функціональна схема водопідготовки має нижчеподані технологічні стадії (рис. 33.1).



Рис. 33.1. Функціональна схема водопідготовки

Виробництво газованих безалкогольних напоїв – багатостадійний процес із застосуванням апаратів і машин різного призначення (рис.33.2).

Вибір способу водопідготовки залежить від якості вихідної води, прийнятої технології виробництва, потужності підприємства і визначається індивідуально для кожного заводу з урахуванням властивих йому особливостей. Для одержання води, що відповідає вимогам безалкогольного виробництва, допускається використання комбінованих схем водопідготовки, що включають кілька способів.

Знезалізення води здійснюють шляхом фільтрування її через піскові фільтри без реагентів і з додаванням реагентів для модифікування кварцового піску. Спосіб заснований на утворенні каталітичної плівки з окислів заліза на поверхні зерен піску, яка інтенсифікує процес виділення з води заліза у виді гідрату окису.

Для проведення процесу знезалізення можуть бути використані різні види піскових фільтрів, наприклад, фільтри марки ШЗ-ВФА, одно- і двопоточні. Як додатковий фільтр можуть бути використані фільтри марки ПЧВМ-2,5-001 або глибинні фільтри типу ФОЖ-2,5-033.

Пісковий вертикальний фільтр – циліндричний апарат із кришкою і днищем, обладнаний знімним перфорованим диском товщиною 4–5 мм, розташованим на відстані 100 мм від днища. На верхній пове-

рхні перфорованого диска закріплена дрібновічкова сітка із шаром кварцового піску висотою 1–1,2 м, на яку покладений перфорований диск товщиною 2–3 мм, що рівномірно розподіляє потік води, що фільтрується. Рух води через шар кварцового піску здійснюється за рахунок різниці тисків над фільтруючим шаром і під ним. Різниця тисків, у свою чергу, залежить від швидкості фільтрування, розміру зерен і висоти фільтруючого матеріалу. Кварцовий пісок повинний мати зернисту, гострокутну структуру з розміром часток від 0,5 до 2,5 мм. Модифікацію кварцового піску проводять через 1–3 цикли його промивання.

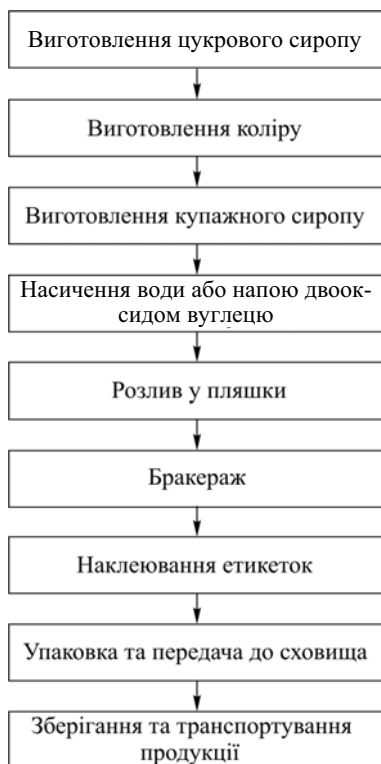


Рис. 33.2. Функціональна схема виробництва газованих безалкогольних напоїв

Вода мутністю понад $1,0 \text{ мг/дм}^3$ повинна бути спеціально оброблена з метою її освітлення. Освітлення води проводять способом відстоювання і коагулювання.

Спосіб відстоювання води рекомендується для заводів із продуктивністю 0,5–1,0 млн дал напоїв у рік.

Відстоювання проводиться у відстійниках періодичної або безперервної дії. Періодично діючий відстійник являє собою сталевий або залізобетонний резервуар, що наповняється водою. Тривалість процесу відстоювання залежить від розміру зважених часток, її встановлюють дослідним шляхом.

Відстійник безперервної дії являє собою циліндричний резервуар з конічним дном. У центрі відстійника розташована труба, що розширюється на нижньому кінці патрубком, по трубі вода надходить у відстійник. При виході з патрубка швидкість руху води зменшується, і вона повільно піднімається (зі швидкістю 4–5 м/с) нагору. Швидкість підйому води менша швидкості осадження зважених часток, тому вони рухаються до конусної частини відстійника, з якої періодично видаляються в каналізацію. Прозору воду відводять зі збірних жолобів, що знаходяться у верхній частині відстійника.

Коагуляцією досягається прискорення процесу осадження колоїднодисперсних домішок з частками розміром 0,1–10 мкм, що утримуються у воді. Найбільш типовими з цих домішок є кремнієва кислота і гуминові речовини.

Знезаражування води досягається фільтруванням її через фільтри, хлоруванням; обробкою іонами срібла, бактерицидним опроміненням, ультразвуковими хвилями.

Фільтрування води проводять з метою видалення з неї грубо дисперсних домішок з частками розміром понад 1,0 мкм. Для фільтрування води застосовують відкриті (самопливні) або закриті (напірні) фільтри. У відкриті фільтри вода надходить самопливом, у закриті подається насосом або з напірних баків під тиском, необхідним для подолання опору фільтруючого шару і комунікацій. Фільтри закритого типу в залежності від фільтруючого матеріалу або конструкції фільтруючого елемента підрозділяються на піскові, вугільно-піскові, пластинчасті, керамічні.

Зм'якшення води проводять для зниження загального вмісту в ній солей (знесолення) і, насамперед, для зменшення концентрації солей жорсткості. Процес зм'якшення характеризується зниженням та-

ких показників: твердості, лужності води, вмісту іонів кальцію, магнію, сухого залишку.

Зм'якшують воду реагентними, іонообмінними, електродіалізними і мембранними способами.

Реагентні способи зм'якшення води (вапняний і вапняно-содовий) засновані на зв'язуванні аніонами іонів кальцію і магнію, що містяться у воді; а також на зв'язуванні катіонами карбонат-іонів з утворенням важкорозчинних з'єднань, що випадають в осад.

Вапняно-содовий метод зм'якшення може бути періодичним або безперервним. При періодичному способі установка повинна мати резервну апаратуру, що дозволяє інтенсифікувати процес.

Електродіалізний спосіб зм'якшення води (рис. 33.3) рекомендується застосовувати для обробки води зі вмістом солей понад 1500 мг/дм³.

Електродіалізний апарат конструктивно являє собою апарат фільтр-пресового типу з горизонтальним розташуванням робочих камер і призначений для електрохімічного знесолення води. В апарат входять два титанових електроди, платинованих з робочої сторони. Між електродами розташовані електродні камери для промивання електродів, пакет робочих і поворотних рамок з турбулізаторами, що утворює камери опріснення і концентрування, розділені в послідовності, що чергуються, аніонітними і катіонітними мембранами. У рамках і мембранах є пази для проходу води.

У верхній і нижній частині апарат обмежений притискними плитами з отворами для монтажу підвідних і відвідних трубопроводів. Для розподілу робочих і промивних потоків і ізоляції електродів від притискних плит служать розподільні плити.

В установці використовуються гетерогенні мембрани.

Мембранний спосіб зм'якшення води, заснований на принципі зворотного осмосу, може бути використаний для обробки вод будь-якого солевмісту.

Для обробки води використовуються системи попередньої підготовки води, що складаються з блоку глибинних фільтрів, блоку дозування стабілізуючих розчинів і системи мембранної підготовки.

Системи мембранної підготовки складаються з блоків рулонних зворотньоосмотичних роздільників, а також збірників вихідної води пермеату, концентрату, миючих засобів, розчинів кислот, дозуючих насосів і насосів високого тиску.

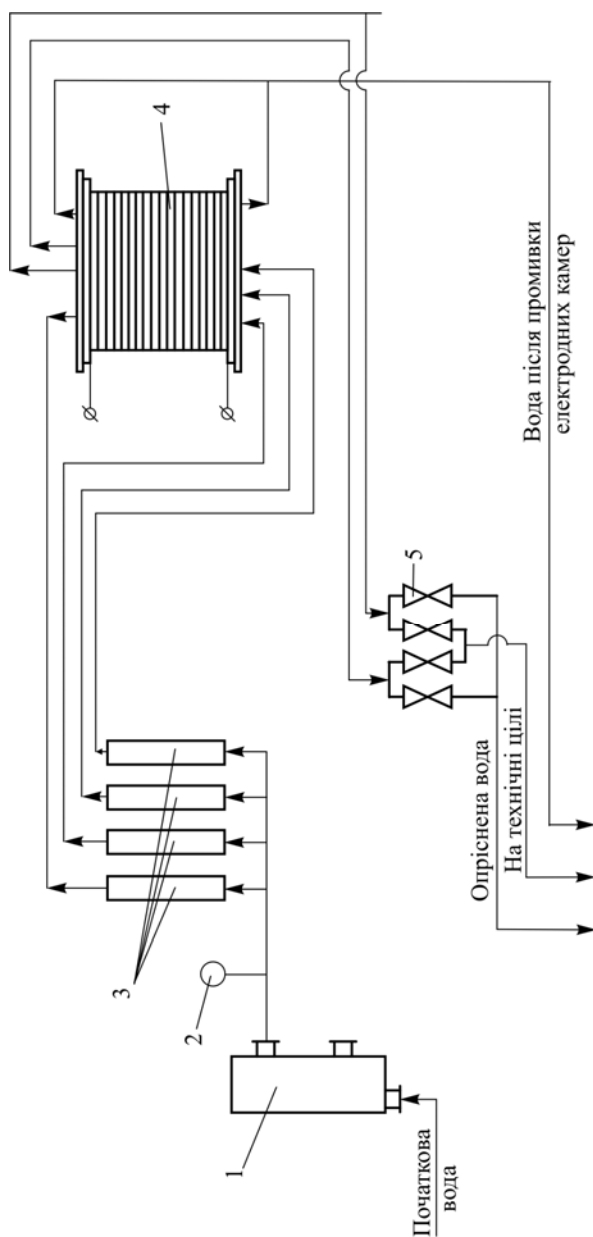


Рис. 33.3. Технологічна схема зм'якшення води електродіалізним способом:

1 – первинний фільтр; 2 – електроконтактний манометр; 3 – рогаметри; 4 – електродіалізний апарат;
5 – вентилі.

Обробка води на іонообмінних фільтрах включає такі стадії:

- фільтрування води через підготовлений фільтр до насичення обмінної робочої ємності іоніту;
- розпушення іоніту висхідним потоком розчину промивної води;
- регенерація іоніту;
- відмивання від іоніту, солей жорсткості і надлишку регенераційних розчинів (рис. 33.4).

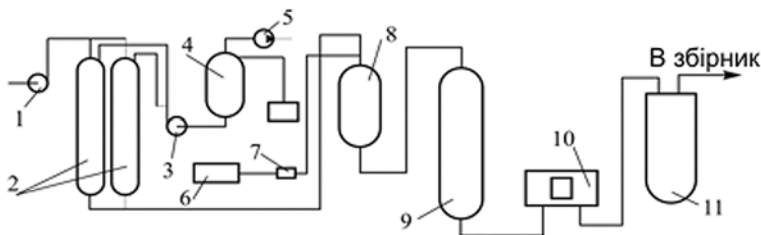


Рис. 33.4. – Технологічна схема підготовки води іонообмінним способом:

- 1, 3 – насоси; 2, 9 – Н-катіонітні фільтри; 4 – регенераційний збірник;
5 – вакуум-насос; 6 – апарат для хлорагента; 7 – дозуючий агрегат;
8 – контактний резервуар; 10 – фільтр-уловлювач; 11 – патронний фільтр.

Іонообмінний фільтр являє собою вертикальний резервуар висотою 3,2–3,6 м, діаметром від 1 до 3 м. Фільтр постачений дренажним пристроєм, на який наливається тришарова підстилка з кварцового піску висотою 400 мм (з різними розмірами зерен у кожному шарі). На кварцовий пісок налівають іоніт шаром 1,5–2 м, залишаючи вільним 35 % обсягу з урахуванням розширення іоніту при розпушенні і рівномірному розподілі зм'якшеної води по перетину фільтра. Робочий тиск у фільтрі складає 0,6 МПа.

Для обробки води іонообмінним способом використовується іонообмінна установка продуктивністю 10–12 м³/ч. Технологічна схема процесу, що включає основний і допоміжний процеси обробки води, представлена на рисунку 33.4.

Установка обробки води реагентним способом (рис. 33.5) складається з накопичувально-реакційної ємності 1, піщового 2 і вугільно-

го 3 фільтрів, і фільтра тонкого очищення 4 з дозуючими насосами для реагентів: кальція гідроксид, сульфат заліза і гіпохлорид натрію.

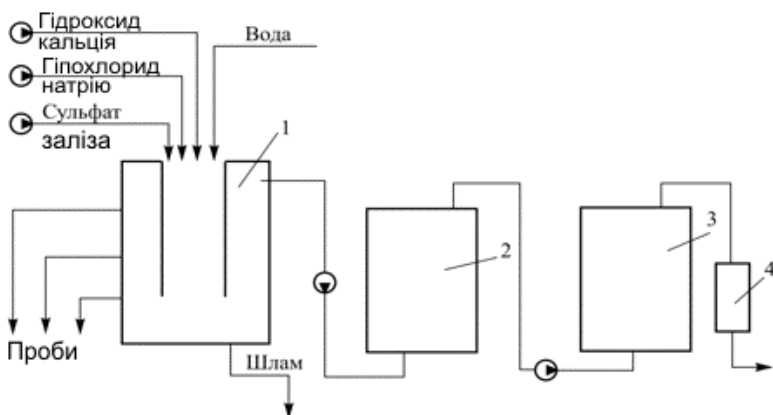


Рис. 33.5. Технологічна схема підготовки води реагентним способом: 1 – накопичувальна реакційна ємність; 2 – піщовий фільтр; 3 – вугільний фільтр; 4 – фільтр тонкого очищення.

Як фільтр тонкого очищення використовуються фільтр-преси, заправлені фільтр-картоном, свічкові фільтри або спеціальні полірувальні фільтри.

Контроль технологічного процесу підготовки води включає контроль якості вихідної води, реагентів і обробленої води.

33.4. Контроль якості води

Контроль якості вихідної води проводять відповідно до ДСТ 2874–82 «Вода питна. Методи аналізу» не рідше одного разу на місяць лабораторією заводу або органами санепіднагляду.

Контроль якості води на вміст вільного хлору полягає у визначенні його після піщового фільтра і вугільного фільтра. У воді після піщового фільтра повинно міститися від 6 до 10 мг вільного хлору в 1 дм³, після вугільного фільтра вода не повинна містити хлору. Вміст вільного хлору у воді визначають за допомогою хлориметра Тейлора. Для цього наливають у пробірку 5 см³ аналізованої води, додають 0,5 см³ розчину ортофосфату, струшують і протягом перших п'яти хвилин визначають вміст хлору.

Значення рН води після вугільного фільтра повинно бути в інтервалі 7,0–11,0, а перед вугільним фільтром – 9,5–11,0. Якщо значення рН води перед вугільним фільтром більше 11,0, то необхідно збільшити дозування сульфату заліза. Якщо значення рН води перед вугільним фільтром менше 9,0, то зменшують дозування сульфату заліза.

Крім хімічних і фізико-хімічних показників визначають органолептичні показники води. Вода повинна бути безбарвною, прозорою, не мати смаку і запаху.

Контроль якості обробленої води і реагентів, застосовуваних у процесі водопідготовки, роблять відповідно до таблиці 33.4.

Методика визначення загальної лужності води приведена в додатках 1 і 2.

Таблиця 33.4. Методи і засоби контролю процесу водопідготовки

Об'єкт контролю	Місце контролю	Періодичність контролю	Параметр для контролю	Граничне значення параметра	Методи і засоби контролю
<i>1. Знезалізення води</i>					
Вода	На виході з фільтра	1 раз на тиждень		Не більш 0,1 мг/дм ³	ДСТ 4033-72
Кварцовий пісок	Фільтр	1 раз на 3 місяці	Стиранність	Не більш 2,5%	
	— » —	— » —	Подрібнення	Не більш 4,0%	— » —
<i>2. Освітлення води</i>					
Вода	Після резервуара для відстоювання або коагулювання	У кожній партії	Мутність (по стандартній шкалі)	Не більш 1,0 мг/дм ³	ДСТ 3351-74
Коагулянти	—	— » —	Маса дозованих реагентів	—	Вимір маси зважуванням
<i>3. Знезаражування води</i>					
Вода	Після установки для знезаражування	1 раз на тиждень	Мікробіологічні показники: число мікроорганізмів у 1 см ³ води	25	ДСТ 18963-73
<i>3.1. Хлорування води</i>					
Вода	Контактний резервуар 1	1 раз на тиждень	Кількість активного хлору	Від 6,0 до 10,0 мг/дм ³	ДСТ 18190-72

Продовження табл. 33.4

<i>3.2. Дехлорування води</i>					
Вода	Після вугільного фільтра	1 раз у 2 год	Кількість залишкового активного хлору		— » —
Хлор-агент	—	Кожна партія	Кількість активного хлору	—	
<i>3.3. Сріблення води</i>					
Вода	Установка для сріблення води	1 раз у зміну	Кількість іонів срібла	0,03 – 0,05 мг/дм ³	ДСТ 18293-72
<i>4. Фільтрування води</i>					
Вода	Після фільтра	1 раз у зміну	Органолептичні показники		
			запах при 20 °С	0 балів	ДСТ 3351-74
			при нагріванні до 60 °С	0 балів	ДСТ 3351-74
			смак і присмак при 20 °С;	0 балів	ДСТ 3351-74
			кольоровість	Не більш 10°	ДСТ 3351-74
			мутність	Не більш 1 мг/дм ³	ДСТ 3351-74
<i>5. Зм'якшення води</i>					
<i>5.1. Реагентний спосіб</i>					
Вода	Після установки по зм'якшенню води: а) періодичний спосіб	У кожній партії	Лужність	Не більш 1,0 мг·екв/дм ³	Інструкція з техніхімічного контролю пивовареного виробництва, затверджена у 1974 р.
	— » —	У кожній партії	Твердість	Не більш 0,7 мг·екв/дм ³	— » —
	б) безперервний спосіб	Через 1 год після пуску і щогодини під час роботи установки	Лужність	Не більш 1,0 мг·екв/дм ³	— » —

Продовження табл. 33.4

	— » —	— » —	Твердість	Не більш 0,7 мг· экв/дм ³	— » —
Кальцію гіпохлорид	—	Кожна пар- тія	Масова час- тка активних MgO і CaO		— » —
<i>5.2 Електродіалізний, мембранний і іонообмінний способи</i>					
Вода	Після уста- новки	1 раз у зміну	Жорсткість	Не більш 0,7 мг· екв/дм ³	ДСТ 4151-72
Вода	— » —	— » —	Лужність	Не більш 1,0 мг· екв/дм ³	Інструкція з техно- хімічного контролю пивоварного виробництва
	— » —	— » —	pH	Не більш 60	— » —
	— » —	1 раз на місяць	Залізо	Не більш 1,0 мг· екв/дм ³	ДСТ 4033-72
	— » —	— » —	Сухий за- лишок	Не більш 500 мг· екв/дм ³	ДСТ 18164-72
	— » —	— » —	Нітрати	Не більш 10 мг· екв/дм ³	ДСТ 18826-73
	— » —	— » —	Нітроти	0	
	— » —	— » —	Хлориди	Не більш 150 мг· екв/дм ³	ДСТ 4245-72
	— » —	— » —	Сульфати	Не більш 150 мг· екв/дм ³	ДСТ 4389-72
	— » —	— » —	Алюміній	Не більш 0,1 мг· екв/дм ³	ДСТ 18165-89
	— » —	— » —	Марганець	Не більш 0,1 мг· екв/дм ³	ДСТ 4974-72
	— » —	— » —	Мідь	Не більш 0,1 мг· екв/дм ³	ДСТ 4388-72
	— » —	— » —	Свинець	Не більш 0,1 мг· екв/дм ³	ДСТ 18293-72

Продовження табл. 33.4

	— » —	— » —	Цинк	Не більш 5 мг · екв/дм ³	ДСТ 18293-72
	— » —	— » —	Фтор	Не більш 1,5 мг · екв/дм ³	ДСТ 4386-89
	— » —	— » —	Миш'як	Не більш 0,05 мг · екв/дм ³	ДСТ 4152-89
6.Комплексні способи водопідготовки					
6.1. Реагентний спосіб					
Вода	Після піско- вого фільтра	Через 1 год після пуску і щогодини під час ро- боти уста- новки	Значення т	Не більш 5 см ³	Додаток
	— » —	— » —	Значення 2р-т	0,2-0,7 см ³	— » —
	— » —	— » —	Кількість активного хлору	0,6 – 10,0 мг/дм ³	ДСТ 18190-72
	Після вугі- льного філь- тра	Кожні 2 год під час ро- боти уста- новки	Кількість залиш- кового ак- тивного хлору	Не більш 0,2 – 0,3мг/дм ³	— » —
Вода	Після іоноо- бмінника	Через 1 год після пуску і щогодини під час ро- боти уста- новки	Значення т	Не більш 3,5 см ³	Додаток
	Після ре- акційного резервуара	— » —	Значення 2р-т	0,2 – 0,7 см ³	— » —
	— » —	— » —	Кількість ак- тивного хлору	6,0 – 10,0 мг/дм ³	ДСТ 18190-72
6.2. Йонообмінний спосіб					
	Після вугі- льного філь- тра		Кількість залиш- кового акти- вного хлору	Не більш 0 2 – 0,3 мг/дм ³	— » —

ГЛАВА 34.

ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

34.1. Загальна характеристика і класифікація напоїв

До безалкогольних напоїв відносять насичені двооксидом вуглецю (газовані) і без нього (негазовані) водні розчини сумішей цукрового сиропу або цукрозамінювачів, плодоовочевих соків натуральних або спиртованих, екстрактів плодово-ягідних, овочевих, з рослинної і зернової сировини, настоїв трав, прянощів, цитрусових, вин, есенцій, ароматизаторів, концентрованих основ для напоїв, барвників, харчових кислот, біологічно активних речовин та інших компонентів.

На заводах безалкогольних напоїв роблять також слабоалкогольні напої – газовані і негазовані. Об'ємна частка етилового спирту в них від 1,5 до 9,0 %. Вони приготовлені з води, соків, концентратів соків, продуктів бджільництва; спиртів виноградних, плодових, етилового; настоїв і екстрактів рослинної сировини; цукру або його замінників; харчосмакових і ароматичних добавок; барвників і інших компонентів.

Безалкогольні напої класифікують:

- за зовнішнім виглядом: рідкі – прозорі і замутнені; концентрати – порошкоподібні суміші в споживчій тарі;
- за використовуваною сировиною: ті, що мають сік, – соки і лимонади; пряно-ароматичні; ароматизовані; зернові; спеціальні – лікувальні, вітамінізовані і низькокалорійні;
- за ступенем насичення двооксидом вуглецю: газовані, середньо-газовані, слабогазовані;
- за способом обробки: пастеризовані і не пастеризовані; із застосуванням консервантів і без них; холодного і гарячого розливу; асептичного розливу.

Напої спеціального призначення реалізують визначеним категоріям споживачів (діти, спортсмени, хворі й інші) як лікувально-профілактичні засоби, що обов'язково повинно бути підтверджено висновком згідно з вимогами Міністерства охорони здоров'я України.

Фізико-хімічні показники безалкогольних напоїв (вміст двооксиду вуглецю, солей для штучно мінералізованих вод, сухих речовин, кислотність і інше) повинні відповідати вимогам діючих стандартів.

34.2. Сировина і рецептурні нормативи

Сировину, напівпродукти і допоміжні матеріали перед використанням у виробництві піддають необхідним операціям: освітленню, знезаражуванню, зміні сольового складу, поліпшенню якості, розчиненню у воді або інших розчинниках, сушінню, охолодженню, нагріванню, просіванню, фільтруванню й ін.

Рецептури на безалкогольні напої повинні розраховуватися на кількість сировини в 100 дал готового напою. Вони розраховуються без урахування втрат сухих речовин сировини у виробництві, але з урахуванням сухих речовин, що внесені із сировиною і утворилися в процесі інверсії сахарози.

На кожному підприємстві, з огляду на фактичні втрати сухих речовин у виробництві, розраховують сировину на напій, що випускається, з урахуванням технологічного устаткування. Сухі речовини спиртованих соків, екстрактів і морсів розраховують по показниках екстрактивних речовин, передбачених стандартами.

Кількість цукру-піску в напоях визначається з розрахунку масової частки сухих речовин у ньому – 99,85%.

Наявність солей твердості води призводить до часткової нейтралізації внесеної кислоти, частину кислоти вносять з сировиною – усе це необхідно враховувати при розрахунку рецептури.

При виробництві напоїв допускається заміна спиртового соку однойменним екстрактом або пастеризованим соком, що не містить пектину, у кількості, еквівалентній змістові сухих речовин.

Величина максимально припустимих втрат сухих речовин у виробництві газованих безалкогольних напоїв 4,35 %. Витрата двооксиду вуглецю визначається з розрахунку 19 кг на 100 дал напою.

34.3 Технологія виробництва

Виробництво газованих безалкогольних напоїв – багатостадійний процес із застосуванням апаратів і машин різного призначення (рис. 34.1).

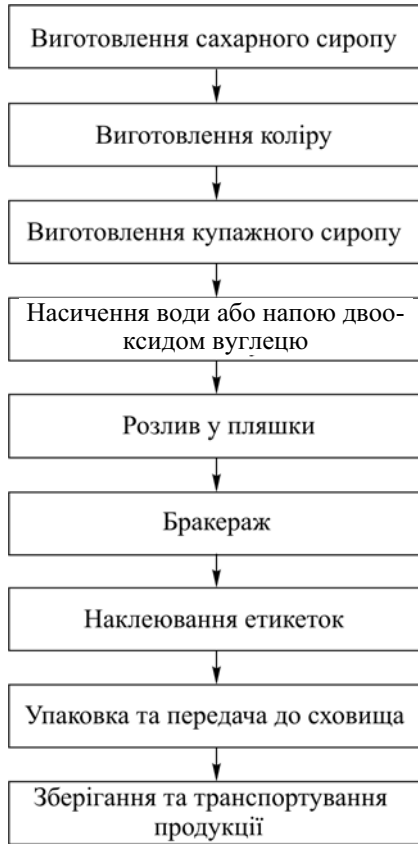


Рис. 34.1. Функціональна схема виробництва газованих безалкогольних напоїв.

Цукровий сироп – напівпродукт для готування купажних і товарних сиропів – концентрований водний розчин цукру. На заводах безалкогольних напоїв його готують гарячим способом, а на заводах, що випускають напої "Фанта", "Пепсікола" й ін., – холодним способом.

Приготування цукрового сиропу гарячим способом (рис.34. 2) залежно від стану цукру проводять двома способами: 1 – рідкий цукор з цистерни насосом 1 через теплообмінник 2 і мірник 3 перекачують у збірник для зберігання 4, що обладнаний бактерицидними лампами 5;

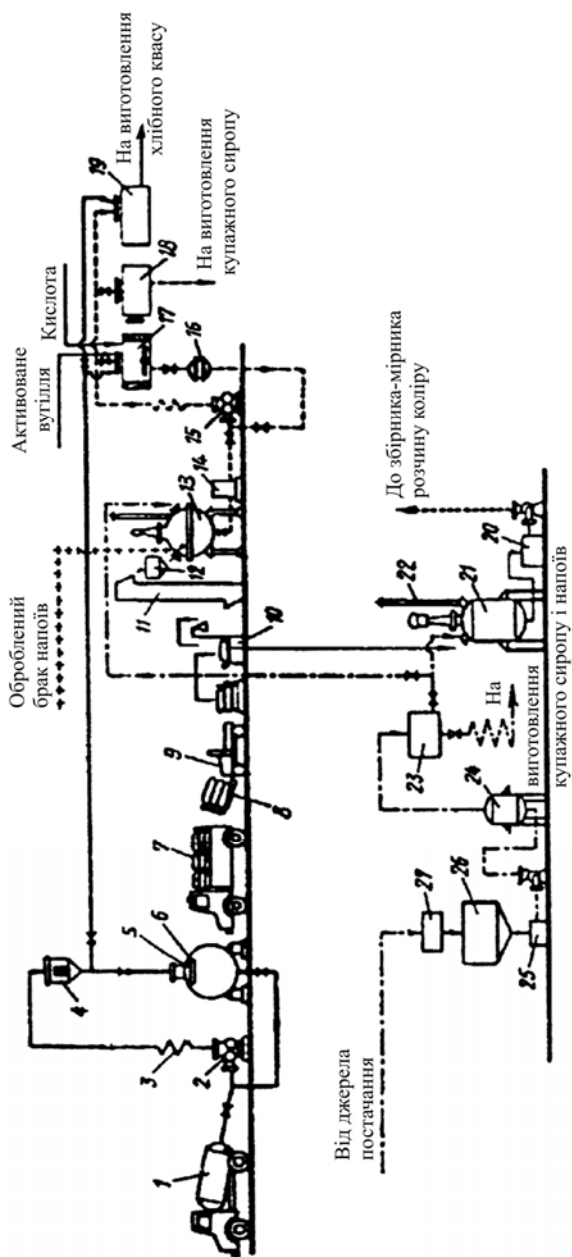


Рис. 34.2. Технологічна схема виготовлення білого цукрового сиропу гарячим способом.

2 – мішки з цукром-піском подають на піддонах на виробничий склад і після зважування на вагах 6 зсипають у проміжний бункер 7 і далі до сироповарочного казана 8, де знаходиться нагріта до кипіння розрахункова кількість води. Потім розчин цукру кип'ять при перемішуванні протягом 30 хв для повного знищення слизоутворюючих бактерій. При досягненні в сиропі масової частки сухих речовин 60 – 65% варіння припиняють. Готовий сироп у гарячому стані через фільтр 9 насосом подають через теплообмінник у збірник 10 для інверсії сахарози, застосування якої дозволяє знизити витрати цукру і поліпшити якість напоїв. Інвертний сироп є напівпродуктом для готування купажних товарних сиропів.

Рекомендуються три способи готування інвертного сиропу: варіння цукру-піску на воді з додаванням бракованих напоїв; без додавання бракованих напоїв; інверсія рідкого цукру.

У зазначений збірник 10 вносять розрахункову кількість кислоти й активоване вугілля. Інвертний сироп надходить у збірник 11 для зберігання, а для зберігання неінвертованого цукрового сиропу використовують збірник 12.

Виправлена вода для готування цукрового сиропу з напірного збірника 20 надходить на фільтр-пісочник 19, а з нього, через проміжний збірник 18, насосом передається на свічковий керамічний фільтр 17. Потім освітлена вода через збірник 16 надходить у сироповарочний казан 8 або в колероварочний казан 14, постачений зонтом 15 для видалення шкідливих газів, що виділяються в процесі варіння. Колер заливають у збірник 13, звідки його в міру потреби насосом перекачують у збірник-мірник, що установлений на передкупажній площадці.

Для готування колеру в попередньо нагрітій казан заливають воду (1 – 2% від маси цукру, що завантажується) і при працюючій мішалці рівномірно завантажують цукор (ємність колероварочного казана повинна бути в 4 рази більше обсягу цукру, що завантажується).

Потім поступово підвищують температуру до 160 – 165 °С, і цукор починає плавитися. Коли цукор набуває темно-бурого забарвлення, підігрів припиняють і з мірника обережно додають тонким струменем гарячу воду, температура якої 75 – 90 °С у кількості % від маси узятого цукру.

Далі при перемішуванні підвищують температуру маси до 180 – 200 °С (не вище) для зневоднювання сахарози й утворення барвних

речовин – продуктів карамелізації цукру. Витримку при цій температурі проводять доти, поки узята проба з маси не почне застигати в пружну нитку, у казан обережно тонким струменем подають гарячу воду (температура 60 – 65 °C) для одержання колера з масовою часткою сухих речовин $70 \pm 2\%$.

Отриману масу шестерним насосом перекачують або зливають з казана в збірник, обладнаний мішалкою і сорочкою для охолодження. Вихід колера близько 105 % до маси витраченого цукру, втрати сухих речовин – 27 – 28 %.

Правильно виготовлений колер розчиняється у воді і має інтенсивне забарвлення.

Приготування купажних сиропів може бути представлено наступною технологічною схемою (рис.34.3). Ємності з настоями 1, екстрактами або ароматичними основами, емульсіями 2, концентрованим плодоягідним соком 3, соками 4, композиціями 5, екстрактивною 6 і ароматичною 7 частинами концентратів, кислотою 8 і іншими складовими напоїв надходять на склад для зберігання.

Після відповідного підробітку (детерпенизації настоїв), попереднього розчинення концентратів водою, фільтрування соків на фільтрпресі 15, куди вони направляються насосом 14, освітлення екстрактивної частини концентрату збірника 12 і фільтрування освітленої частини на фільтрпресі 15, складові купажного сиропу передаються у відповідні збірники-мірники 19 – 25.

До купажного чану 13 надходить інвертний сироп зі збірника-мірника 26, з відповідних збірників-мірників – інші складові купажного сиропу і виправлена вода зі збірника 17. Суміш ретельно перемішують і насосом 13 через фільтр 14 і теплообмінник 15 передають у напірний збірник-мірник 16 з мішалкою 17 купажного сиропу. Зі збірника-мірника 16 охолоджений купажний сироп надходить на синхронно-змішувальну установку для готування напою.

Купажні сиропи готують у закритих або відкритих емальованих, алюмінієвих або з нержавіючої сталі чанах. У купажних чанах великої ємності перемішування роблять механічними мішалками або двооксидом вуглецю через спеціальний барботажний пристрій.

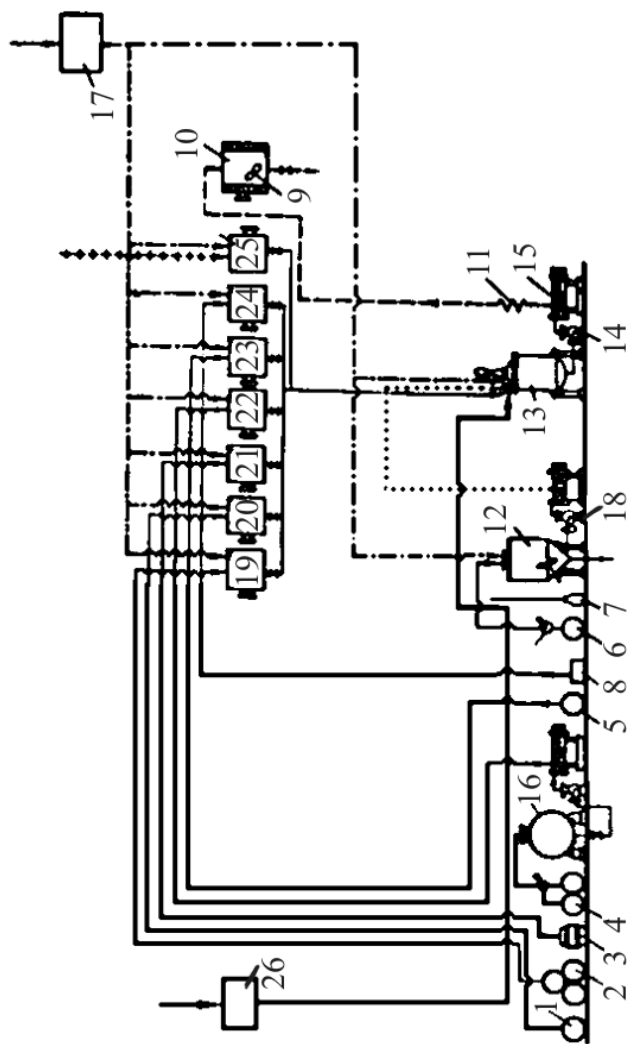


Рис. 34.3. Технологічна схема готування купажних сиропів:

1 – ємності з настоями; 2 – ємності з екстрактами, ароматичними основами й емульсіями; 3 – ємності з концентрованим плодово-ягідним соком; 4 – ємності із соками; 5 – ємності з композиціями; 6,7,8 – ємності відповідно з екстрактами, ароматичною частиною концентратів, кислотою; 9 – мішалка; 10,16,17,19–26 – збірники-мірники; 11 – теплообмінник; 12 – збірник; 13 – купажник; 14 – насос; 15 – фільтр-прес.

Для приготування купажного сиропу холодним способом усі напівпродукти подають у купажний чан при перемішуванні по черзі: цукровий сироп, плодово-ягідний сік, концентрат або екстракт, цитрусові й ароматичні настої, есенції, емульсії й ін. Дозволяється не робити фільтрацію купажного сиропу, якщо кожен компонент був попередньо профільтрований. Купажний сироп замушених напоїв фільтруванню не піддають.

Купажні сиропи для напоїв на цитрусових настоях, концентратах для напоїв, композиціях, ароматичних настоях і есенціях роблять тільки холодним способом.

При гарячому способі в сироповарочний казан вносять усю кількість плодово-ягідного соку і нагрівають його до температури 40 – 50 °С, додають частками при постійному перемішуванні всю кількість цукру, доводять до кипіння і кип'ять протягом 30 хв, збираючи піну, що утвориться. Потім сироп фільтрують у гарячому стані і після охолодження до температури 20 °С вводять інші частини купажного сиропу відповідно до рецептури.

Отриманий купажний сироп ретельно перемішують і аналізують на зміст сухих речовин і інвертний сироп, кислотність і органолептичні показники.

Насичення води двооксидом вуглецю здійснюється в апаратах періодичної дії – об'ємно-змішувальних сепараторах і безперервної дії – синхронно-змішувальних установках.

Насичення напоїв здійснюють тільки в апаратах безперервної дії (рис. 34.4).

Ступінь насичення напоїв і води двооксидом вуглецю залежить від їхньої температури; тиску, при якому проводиться процес насичення; наявності повітря у воді і двооксиду вуглецю та конструкції устаткування, що застосовується.

Воду перед насиченням двооксидом вуглецю піддають деаерації в спеціальних апаратах-деаераторах, прохолоджують до 4° С і пом'якшують.

Збільшенню ступеня насичення двооксидом вуглецю, а, отже, і міцності його молекулярного зв'язку з водою або напоєм сприяє підвищене підвищення робочого тиску в колонці насичення. Для підвищення ефективності процесу насичення варто уникати великої довжини комунікацій і перекачувань насичених вод і напоїв.

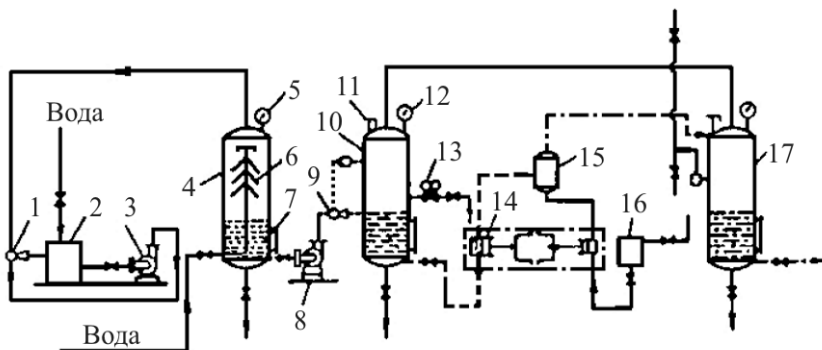


Рис. 34.4. Технологічна схема синхронно-змішувальної установки: 1 – струминний ежектор; 2 – ємність для води; 3,8 – насос; 4 – стовпчики для деаерації; 5 – вакуумметр; 6 – конічні тарілки; 7 – показчик рівня; 9 – струминна насадка; 10 – стовпчик насичення; 11 – запобіжний клапан; 12 – манометр; 13 – редуктор; 14 – насос-дозатор; 15 – ємність для змішування; 16 – ємність для купажного сиропу; 17 – накопичувальний стовпчик.

Насичення води в безупинно діючих автоматичних сатураторах ВСБ, РЗ-ВСБ-3 і інших здійснюють за наступною технологічною схемою: після деаерування вода направляється до сатураційних колонок або струминних насадок, далі в наповнюючі колонки. Вміст двооксиду вуглецю на виході із сатуратора при живленні його водою з температурою не більш 7°C і тиску в колонці насичення $0,25 - 0,35\text{ МПа}$ складає $0,65\%$.

Усе ширшого поширення набуває синхронно-змішувальний спосіб насичення напоїв двооксидом вуглецю. Цей спосіб забезпечує найбільш повне видалення повітря з води перед насиченням, дрібне розпилення води в карбонізаторах, що сприяє гомогенізації суміші купажного сиропу, води і двооксиду вуглецю. Усе це приводить до зниження витрати двооксиду вуглецю, підвищення якості напоїв, до незмінних фізико-хімічних показників у кожній пляшці.

Розлив газованих напоїв можна розділити на такі стадії:

- дозування купажного сиропу в попередньо вимиті пляшки або змішування його з водою на синхронно-змішувальних установках;

- наповнення пляшок газованою водою або готовим напоєм;
- герметизація пляшок з напоями;
- перемішування вмісту пляшок;
- пастеризація, якщо необхідно підвищення стійкості напоїв;
- бракераж напоїв;
- етикетування пляшок.

Купажний сироп перед використанням у виробництві прохолоджують до температури 10° С і витримують для видалення пухирців повітря 2 – 4 години; до і під час дозування його періодично перемішують. Дозування купажного сиропу в пляшки здійснюється автоматичними сироподозуючими машинами.

Пляшки наповняють газованою водою або готовим напоєм в ізобаричних умовах на автоматичних розливних лініях різної потужності як вітчизняних, так і закордонних виробників.

Пляшки, що надходять на розлив, повинні бути обмиті холодною водою для запобігання викиду напоїв із пляшок унаслідок дегазації. Температура газованої води при наливі в пляшку не вище 4° С, а готового напою – не вище 10° С.

Пляшки з безалкогольними напоями, щоб уникнути втрат двооксиду вуглецю, негайно укупорюють полімерними пробками і кронен-пробками.

Для зниження втрат двооксиду вуглецю при наливі не рекомендуються різкі перепади між тиском у сатураторі або синхронно-змішувальній установці і робочим тиском розливної машини.

Укупорку пляшок з напоями, призначеними для подальшої пастеризації, проводять кронен-пробкою з полімерною прокладкою.

Бракераж напоїв здійснюють після укупорки і перемішування, він полягає в ретельному перегляді пляшок на світловому екрані після різкого перевертання їх нагору дном. Перевіряють на відсутність сторонніх включень, прозорість напоїв, чистоту внутрішньої і зовнішньої поверхні пляшок, повноту наливу.

Пляшки з виявленими дефектами відбраковують, враховують і повертають як внутрішньозаводський брак для відповідної переробки.

Споживчу тару з напоями маркують відповідно до вимог:

- найменування продукції і її тип;
- найменування й адреса виготовлювача;
- найменування країни виготовлювача;

- товарний знак виробника;
- обсяг у літрах;
- умови зберігання;
- позначення технічних умов;
- склад напою з указівкою виду і кількості компонентів;
- інформація про сертифікацію;
- харчова й енергетична цінність;
- запис «Придатний до...» або «Використовувати до...» і дата.

На етикетках для хворих діабетом повинні бути спеціальні знаки, а для напоїв, виготовлених з консервантом, – напис «З консервантом».

Наклеювання етикеток роблять спеціальними клеями на автоматах.

Упаковують пляшки у полімерні шухляди і шухляди з гофрованого картону, пляшки з поліетилентерефталату (ПЕТФ) упаковують у термоусадочну плівку. Транспортну тару маркують.

ГЛАВА 35.

РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА ПИВА

Основною сировиною для виробництва пива є ячмінний солод. Іноді пивоварні заводи його виробляють у себе, іноді працюють на привізному. Матеріальні розрахунки при цьому відрізняються тільки тим, що перші включають ще й розрахунки з виробництва солоду.

Розрахунки проводять на 100 кг зернопродуктів, що витрачаються на виробництво кожного найменування пива, з наступним перерахунком одержаних даних на 1 дал (10 л) та на річний випуск продукції.

При виготовленні деяких найменувань пива передбачено застосування несолоджених матеріалів, кількість яких може коливатись залежно від сорту пива від 15 до 50 %. Як несолоджені матеріали застосовують ячмінне або знежирене кукурудзяне борошно грубого помелу, рисову січку.

Для оцукрювання несолодженої сировини до затору додають ферментний препарат з розрахунку 10000 амілазних одиниць на 1 т засипки, яка складається з солоду і несолодженої зернової сировини. Тоді загальна кількість ферментного препарату на затір G_{ϕ} (кг) розраховується за наступною формулою:

$$G_{\phi} = \frac{10000 \cdot G_c}{OЗ}, \quad (35.1)$$

де G_c – маса затертої сировини (солод + несолоджена зернова сировина), т; ОЗ – оцукрювальна здатність 100 г ферментного препарату, амілазних одиниць, (коливається у межах 80–130 амілазних одиниць і зазначається в паспорті препарату).

Описовий алгоритм розрахунку продуктів виробництва пива складається з таких етапів:

- 1) визначення екстрактивних речовин у сировині;
- 2) визначення напівпродуктів;
- 3) визначення витрат хмелю, ферментних препаратів, молочної кислоти;
- 4) визначення кількості відходів;
- 5) зведена таблиця продуктів.

Приклад 35.1. Розрахувати продукти для виробництва 1 млн. дал “Жигулівського” пива на 1 рік.

Розв’язок.

1. *Визначення екстрактивних речовин у сировині.*

“Жигулівське” пиво виготовляють з використанням 80 % солоду і 20 % несолодженої сировини (ячмінного борошна), тобто на 100 кг сировини, що витрачається, припадає 80 кг солоду і 20 кг ячмінного борошна.

При колеруванні втрати солоду становлять 0,1 % від його маси, або $G_I = 80 \cdot 0,001 = 0,08$ кг (табл.35.1). На подрібнення надійде $G_2 = 80 - 0,08 = 79,92$ кг солоду. При вологості солоду 5,6 %, ячмінного борошна – 15 % (табл. 35.2) кількість сухих речовин у заторі становить:

у солоді:

$$CP_c = 79,92 \cdot (1 - 0,056) = 75,44 \text{ кг};$$

у ячмінному борошні:

$$CP_{\text{я}} = 20 \cdot (1 - 0,15) = 17 \text{ кг}.$$

Разом сухих речовин (CP) у сировині:

$$CP = 75,44 + 17 = 92,44 \text{ кг}.$$

Згідно з табл.35.2 екстрактивність солоду становить 76 %, ячмінного борошна – 72 % від маси сухих речовин. Тоді вміст екстрактивних речовин у сировині:

у солоді

$$EP_c = 75,44 \cdot 0,76 = 57,33 \text{ кг};$$

у ячмінному борошні

$$EP_{\text{я}} = 17 \cdot 0,72 = 12,24 \text{ кг}.$$

Разом екстрактивних речовин:

$$EP = 57,33 + 12,24 = 69,57 \text{ кг}.$$

Частина екстракту (1,75 % від маси зернопродуктів, що йдуть на затирання (табл. 35.1)) втрачається в дробині, тому в сусло перейде екстрактивних речовин:

$$G_e = 69,57 \cdot (1 - 0,0175) = 68,35 \text{ кг}.$$

Кількість сухих речовин, що залишилась у дробині, визначається як різниця між масою сухих речовин зернопродуктів і масою екстрактивних речовин, що перейшли в сусло:

$$CP_{др} = 92,44 - 68,35 = 24,09 \text{ кг.}$$

Таблиця 35.1. Втрати при виробництві пива

Втрати	Найменування пива					
	"Жигулівське"	"Ризьке"	"Московське"	"Українське"	"Мартівське"	"Ленінградське"
1	2	3	4	5	6	7
Солоду при поліруванні, % мас, від солода, що надійшов на пивзавод	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Екстракту в пивній дробині, % мас до маси зернопродуктів	1,75	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3
У хмелювій дробині, шламів при сепаруванні, стиску, змочуванні трубопроводів, % до об'єму холодного сусла	5,8	6,3	6,4	5,5	6,0	8,4
У бродильному цеху, % до об'єму холодного сусла	2,5	2,2 м	2,2	2,2	2,3	2,7
В цеху добродіння і фільтрації. % до об'єму молодого пива	2,3	2,4	2,4	2,4	2,6	2,9
При розливі, % до об'єму відфільтрованого пива						
у пляшки	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
у діжки	0,5					
у пивовози	0,35					
Втрати при пастеризації пива, % до об'єму пастеризованого пива	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2

2. Визначення напівпродуктів.

Початковими даними для розрахунків кількості напівпродуктів є початкова концентрація сусла та об'ємні втрати на кожній стадії виробництва пива. Для орієнтовних розрахунків кількість напівпродуктів мож-

на знайти у таблицях технологічної інструкції або розрахувати у такий спосіб.

Гаряче сусло. Відповідно до проведеного розрахунку в сусло переходить 68,35 кг екстрактивних речовин. Врахувавши, що сусло для “Жигулівського” пива готують з концентрацією сухих речовин 11 % (табл. 35.3), маса одержаного сусла:

$$m = 68,35 \cdot 100 / 11 = 621,35 \text{ кг.}$$

Об’єм “Жигулівського” сусла при температурі 20°C та відносній густині 1,0442 кг/л (табл.35.3):

$$V = 621,36 / 1,0442 = 595,06 \text{ л.}$$

Об’єм гарячого сусла з урахуванням його теплового розширення у 1,04 рази:

$$V = 595,06 \cdot 1,04 = 618,86 \text{ л.}$$

Таблиця 35.2. Нормативні показники якості сировини

Сировина	Вміст воло- ги, %	Екстрактивність	Вихід екстракту	Маса одиниці об'єму, кг/м ³
		% на сухі речовини		
Солод світлий	5,6	76	70,75	530
темний	5,5	74	68,88	520
карамельний	5,5	70	65,16	500
палений	5,5	60	55,85	450
Борошно ячмінне	15	72	58,61	400
кукурудзяне	15	75	62,79	500
Рисова січка	15	90	75,35	700
Цукор-пісок	0,15	100	99,85	—
Глюкоза	—	100	100,00	—
Колер	20	80	80,00	—

Холодне сусло. Втрати сусла в хмельовій дробині, відстої при сепарації, стиску, на замочуванні трубопроводів приймаються відповідно до норм технологічних втрат (табл.35.1) для “Жигулівського” пива 5,8 % від об’єму гарячого сусла, приведеного до об’єму при 20°C.

Отже, об’єм холодного сусла:

$$V = 595,06 \cdot (1 - 0,058) = 560,55 \text{ л.}$$

Молоде (зелене) пиво. При втратах у бродильному відділенні “Жигулівського” пива 2,5 % від об’єму холодного сусла об’єм молодого пива:

$$V = 560,55 \cdot (1 - 0,025) = 546,54 \text{ л.}$$

Фільтроване пиво. При витратах у відділеннях добродіння і фільтрування 2,3 % до об’єму молодого “Жигулівського” пива кількість фільтрованого пива:

$$V = 546,54 \cdot (1 - 0,023) = 533,97 \text{ л.}$$

Товарне готове пиво. Втрати товарного пива відносно відфільтрованого при розливі у пляшки становлять 2,5 %, у діжки – 0,5 %, в пивовози – 0,35 % (табл.35.1). За умов, що 65 % “Жигулівського” пива розливають у пляшки, 15 % – в діжки і 20 % – в пивовози (тобто від загальної кількості пива 1 млн. дал відповідно 65 %, 15 % і 20 %), середньозважені втрати пива:

$$V = 65 \cdot 0,025 + 15 \cdot 0,005 + 20 \cdot 0,0035 = 1,77 \text{ \%}.$$

Тоді кількість товарного пива:

$$V = 533,97 \cdot (1 - 0,0177) = 524,52 \text{ л.}$$

Сумарні втрати по рідкій фазі визначаються як різниця об’ємів гарячого сусла і товарного пива:

$$V = 618,86 - 524,52 = 94,34 \text{ л}$$

або у процентах до об’єму гарячого сусла:

$$V = 94,34 \cdot 100/618,86 = 15,24 \text{ \%}.$$

3. *Визначення витрат хмелю, ферментних препаратів і молочної кислоти.*

Хміль. Витрати хмелю на 1 дал пива приймаються за діючими у промисловості нормами (табл. 35.4). Норма хмелю для “Жигулівського” пива – 22 г, тоді витрати хмелю:

$$V = 524,52 \cdot 0,022/10 = 1,154 \text{ кг.}$$

Ферментні препарати. Витрати ферментних препаратів залежать від кількості ячмінного борошна в рецептурі пива. Їх можна розрахувати за формулою (35.1):

$$G_{\Phi} = \frac{10000 \cdot 0,1}{100/100} = 1 \text{ кг.}$$

Якщо оцукрювальна здатність ферментного препарату становить 100 одиниць, то його витрачають 1 % від маси засипки, тобто

$$G_{\Phi} = 100 \cdot 0,01 = 1 \text{ кг.}$$

Таблиця 35.3. Фізико-хімічні показники пива

Найменування	Концентрація СР	Алкоголь, не менше мас. %	Вміст СР в початковому суслі, мас. %	Густина початкового сусла, кг/л	Ступінь збродження, %	Вуглекислота, мас. %
"Жигулівське"	11	2,8	11,0	1,0442	50,0	0,35
"Ризьке"	12	3,4	12,0	1,0484	55,0	0,33
"Ризьке оригінальне1"	12	3,4	12,0	1,0484	55,0	0,35
"Львівське"	12	3,3	12,0	1,0484	55,0	0,30
"Львівське оригінальне"	12	3,5	12,0	1,0484	55,0	0,35
"Московське"	13,0	3,5	13,0	1,0526	52,0	0,33
"Московське оригінальне"	13,0	3,5	13,0	1,0526	52,0	0,35
"Київське світле"	14	4,0	14,0	1,0568	54,5	0,35
"Невське"	-	4,0	15,0	1,0611	53	0,35
"Подвійне золоте"	-	4,2	15,0	1,0611	53,0	0,35
"Ленінградське"	20	6,0	20,0	1,0830	55,5	0,33
"Ленінградське оригінальне"	20	6,0	20,0	1,0830	55,5	0,35
"Столичне"	-	7,0	23,0	1,0965	55,5	0,35
"Українське"	13	3,2	13,0	1,0526	47,5	0,30
"Мартівське"	14,5	3,8	14,5	1,0590	50,0	0,30
"Останкінське"	-	4,5	17,0	1,0698	45,5	0,35
"Портер"	20	5,0	20,0	1,0830	46,0	0,35
"Оксамитове"	-	2,5	12,0	1,0484	40,0	0,30

Таблиця 35.4. Витрати хмелю

Сорт пива	Витрата хмелю на 1 дал пива, г
“Жигулівське”	22
“Ризьке”	30
“Ризьке оригінальне”	35
“Львівське”	30
“Львівське оригінальне”	38
“Московське”	36
“Московське оригінальне”	40
“Київське світле”	45
“Невське”	40
“Подвійне золоте”	45
“Ленінградське”	50
“Ленінградське оригінальне”	50
“Столичне”	60
“Мартівське”	22
“Українське”	20
“Останкінське”	20
“Портер”	45
“Оксамитове”	10

Молочна кислота. Використовується для підкислення затору з розрахунку 0,08 кг 100 % молочної кислоти на 100 кг зернової сировини, або 0,2 % 40 % молочної кислоти до маси зернової сировини.

4. Визначення кількості відходів.

Пивна дробина. Кількість утвореної пивної дробини вологістю 86 % (табл. 35.5) визначається множенням кількості сухих речовин, що залишились у дробині, на коефіцієнт $100/(100 - 86) = 7,14$. Отже, кількість пивної дробини при варінні суслу “Жигулівського” пива:

$$G = 24,09 \cdot 7,14 = 172 \text{ кг.}$$

Хмельова дробина. Безводної хмельової дробини одержують 60 % від маси витраченого хмелю. Дробина вологістю 85 % (табл. 35.5) отримують в 6,67 рази більше, тобто $100/(100 - 85) = 6,67$.

На кожен 1 дал пива отримують вологої дробини:

$$G = 1,154 \cdot 0,6 \cdot 6,67 = 4,62 \text{ кг.}$$

Таблиця 35.5. Відходи виробництва пива для різних сортів

Відходи	Одиниця виміру	На 100	кг зернопродуктів	
		“Жигулівське”	“Московське”	“Українське”
Дробина пивна ($W = 86 \%$)	кг/100 кг зернопродуктів	172	151,7	181,2
Дробина хмельова ($W = 85 \%$)	”	4,62	6,44	3,56
Шлам сепараторний ($W = 80 \%$)	”	1,75	1,75	1,75
Надлишкові дріжджі ($W = 86 \%$)	л/10 дал пива, що бродить			
періодична схема	”	1,0	—	—
батареjno-безперервний спосіб	”	1,5	—	—
разом з добродінням в ЦКБА	”	1,53	—	—
Двооксид вуглецю, що виділяється при головному бродінні	г/дал товарного пива	277	354	324

Шлам сепараторний. Незалежно від найменування пива з 100 кг витрачених зернопродуктів одержують 1,75 шламу вологістю 80 % (табл. 35.5).

Відстій у танках добродіння. Кількість відстою при витримці “Жигулівського” пива одержують 1,71 л на 100 кг витрачених зернопродуктів.

Надлишкові дріжджі. Витрати дріжджів з вологістю 86 % на 10 дал пива, що бродить за класичною схемою, – 1,0 л; у батареї безперервного бродіння і добродіння – 1,5 л; бродіння та добродіння в циліндроконічному апараті ЦКБА – 1,53 л (табл. 35.5).

Одна половина надлишкових дріжджів використовується як засівні, а друга – є відходом. Цю частину визначають множенням кількості товарного пива у літрах на 0,01:

$$V = 524,52 \cdot 0,01 = 5,24 \text{ л.}$$

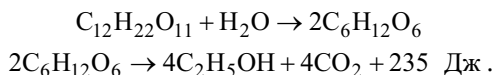
Двооксид вуглецю. Згідно з нашими розрахунками до бродильного відділення надходить 560,55 л холодного суслу. Маса його при густині 1,0442 становить:

$$G = 560,55 \cdot 1,0442 = 585,33 \text{ кг.}$$

При концентрації “Жигулівського” сусла 11 % у ньому екстрактивних речовин міститься:

$$G = 585,33 \cdot 0,11 = 64,39 \text{ кг.}$$

Для розрахунків уловимося, що ці екстрактивні речовини являють собою мальтозу, оскільки в умовах бродіння пивоварного виробництва дексожники практично не зброджуються. Зброджування мальтози можна виразити таким рівняннями:



Справжній ступінь зброджування для “Жигулівського” пива становить 50 %. Отже, збродить екстрактивних речовин:

$$G = 64,39 \cdot 0,5 = 32,2 \text{ кг.}$$

Під час бродіння виділиться вуглекислого газу:

$$G = \frac{32,2 \cdot 44 \cdot 4}{342} = 16,57 \text{ кг,}$$

де 342 і 44 – відповідно молекулярна маса мальтози і вуглекислого газу; 4 – стехіометричний коефіцієнт при CO_2 .

Вміст вуглекислоти у пиві становить 0,35 % (табл.35.3) від маси холодного сусла незалежно від найменування пива, тоді кількість зв’язаної вуглекислоти:

$$G = 585,33 \cdot 0,0035 = 2,05 \text{ кг.}$$

Отже, в атмосферу вуглекислого газу виділиться:

$$G = 16,57 - 2,05 = 14,52 \text{ кг.}$$

Маса 1 м³ вуглекислого газу при 20°C і тиску 0,4 МПа дорівнює 1,832 кг, тоді об’єм вуглекислого газу, що виділиться в атмосферу:

$$V = 14,52 / 1,832 = 7,93 \text{ м}^3.$$

Кількість вуглекислого газу, що виділяється при головному бродінні на 1 дал товарного пива:

$$G = 14520 / 52,452 = 276,8 \approx 277 \text{ г/дал.}$$

5. Зведена таблиця продуктів.

У наведених розрахунках для “Жигулівського” пива визначені кількості напівпродуктів, готового пива і відходів, які отримують з 100 кг зернової сировини. Для зручності використання даних цього розрахунку доцільно їх перерахувати на 1 дал готового пива і на його річний випуск. Для цього кількість кожного продукту ділять на кількість пива (дал), що одержують з 100 кг зернопродуктів. Річну кількість продуктів визначають множенням кількості продуктів на 1 дал на річний випуск пива. Результати заносять у табл. 35.6.

Таблиця 35.6. Зведена таблиця

	На 100 кг зернової си- ровини	На 1 дал пива	На 1 млн дал за рік
Зернова сировина, кг світлий солод	80	1,525	1525000
ячмінне борошно	20	0,381	381000
Разом, кг	100	1,906	1906000
Інші види сировини, кг хміль	1,154	0,022	22000
Ферментні препарати	1,0	0,019	19000
Напівпродукти, л гаряче сусло	618,86	11,80	11800000
холодне сусло	560,55	10,69	10690000
молоде пиво	546,54	10,42	10420000
Фільтроване пиво	533,97	10,18	10180000
готове пиво	524,52	10,00	10000000
Відходи пивна дробина, кг	172	3,28	3280000
хмельова дробина, кг	4,62	0,088	88000
шлам (осад), л	1,75	0,034	34000
надлишкові дріжджі, л	5,24	0,100	100000
вуглекислий газ, кг	14,52	0,277	277000
Відходи полірування, кг	0,08	0,0015	1500

35.2. Контрольні задачі

Варіанти задач для розрахунку продуктів різних сортів пива і уся необхідна інформація наведені в табл. 35.7.

Таблиця 35.7

№ варіанту	Сорт пива	Продуктивність млн. дал/р	Склад				Знежирене кукурудзяне борошно	Ячмінне борошно	Рисова січка	Цукор	Глюкоза	Колер	Витрати хмелю на 1 дал пива
			Світлий	Темний	Карамельний	Палений							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	"Жигулівське"	2,2	50	-	-	-	50	-	-	-	-	-	22
2		2,0	60	-	-	-	25	15	-	-	-	-	23
3	«	1,8	70	-	-	-	20	10	-	-	-	-	20
4		2,1	80	-	-	-	15	5	-	-	-	-	25
5	«	2,0	90	-	-	-	10	-	-	-	-	-	45
6	"Ризьке"	1,8	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
7	"Московське"	1,5	80	-	-	-	-	-	20	-	-	-	40
8	"Ленінградське"	1,3	90	-	-	-	-	-	10	-	-	-	50
9	"Подвійне золоте"	1,0	81	-	9,5	-	-	-	9,5	-	-	-	45
10	"Невське"	1,2	90	-	-	-	-	--	10	-	-	-	40
11	"Українське"	2,3	50	44	5	1	-	-	-	-	-	-	20
12	"Мартівське"	1,9	50	40	9	1	-	-	-	-	-	-	22
13	"Портер"	1,0	8	80	10	2	-	-	-	-	-	-	45
14	"Останкінське"	1,7	78		22	-	-	-	-	-	-	-	22
15	"Стомяне"	2,1	60	-	-	-	-	-	20	16	4	-	61
16	"Легке"	1,1	54	-	25	-	-	-	-	21	-	-	29
17	"Оksamитове"	1,3	-	48	22	4,5	-	-	-	25	-	0,5	10
18	"Ювілейне"	1,4	80	-	-	-	-	10	9	1	-	-	36,5
19	"Українське"	2,1	50	40	10	-	-	-	-	-	-	-	-

ГЛАВА 36.

РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ

У харчовій промисловості етиловий спирт виробляють з меляси, картоплі, цукрових буряків, зернових культур біохімічним способом – збродженням цукру під дією ферментів.

Основою технологічних розрахунків є визначення кількості сировини, напівпродуктів, потрібних для виготовлення заданої кількості кінцевого продукту. Сировину та інші матеріали розраховують на 100 дал безводного спирту, що міститься у спирті-сирці. На підставі цих розрахунків визначають кількість необхідних продуктів на одну добу, один рік.

Витрати меляси на 100 дал безводного спирту залежать від вмісту в ній зброджуваних цукрів і виходу спирту в перерахунку на 1 т сахарози. Витрати напівпродуктів та інших речовин регламентовані. Наприклад, на 100 дал спирту витрачають 1,3 кг 70 % ортофосфорної кислоти. Кількість карбаміду, сульфату амонію залежить від вмісту в них азоту і знаходиться в межах від 1,5 до 6 кг на 100 дал спирту.

При розрахунку витрат крохмалевмісної сировини рекомендовано враховувати, що вихід спирту з 1 т умовного крохмалю становить 66,5 дал. Під терміном “умовний крохмаль” маємо на увазі всі зброджувані речовини в перерахунку на крохмаль. Якщо картопляний крохмаль взяти за 1, то кукурудзяний – 0,985, просяний – 0,982, пшеничний – 0,985, житній – 0,973, ячмінний – 0,965, буряки – 0,891, меляса цукрового буряка – 0,95.

Для оцукрювання зернокартопляних заторів використовують, як правило, суміш солоду з ячменю і вівса або проса в такому співвідношенні: ячмінного солоду – 70 %, просяного або вівсяного – 30 %.

Витрата зерна на солод у випадку переробки картоплі на спирт не повинна перевищувати 14 % від маси крохмалю, який надходить на виробництво з картоплею. Гранично допустимі втрати у процесі виробництва солоду становлять 16 % від маси крохмалю солодового зерна.

При розрахунку сировини та інших продуктів виробництва спирту з зернових культур треба враховувати забрудненість зерна – 2-3 % від маси сировини, яка надходить у виробництво. Витрати зерна

на солод треба брати 18-20 % від маси крохмалю, що надходить на варіння. Для розрахунку об'єму зерна, яке надходить на варіння, треба брати насипну вагу зерна залежно від культури (табл. 36.1).

Таблиця 36.1. Насипна вага сипких і кускових матеріалів

Матеріал	Насипна вага в стані спокою, кг/м ³	Матеріал	Насипна вага в стані спокою, кг/м ³
Пшениця	700–850	Буряки	600–680
Жито	680–800	Висівки	250–330
Ячмінь	650–750	Солод сухий	520–570
Овес	400–500	Картопля	650–730
Просо	750–850	Топінамбур (волоська ріпа)	600–700
Кукурудза	700–750	Земляний горіх	300–400
Сорго	700–750	Цикорій свіжий	450–550
Гречка	680–720	Цикорій сушений	150–200

При розрахунку кількості звареної суміші і солодкого затору треба враховувати кількість води, яку набирають у передрозварнику (4,2 л на кожний кілограм крохмалю), а також використання екстрапари, циркуляційної пари. Витрати пари на варіння треба брати у межах 45-55 % від маси зерна. Кількість незброджуваних речовин солодкого затору, які переходять у розчин, береться для зерна – 30 %, а для солову – 35 % від усіх незброджуваних речовин.

Норми виходу спирту з 1 т крохмалю подані у табл. 36.2.

Таблиця 36.2. Норми виходу спирту з 1 т крохмалю, дал

Сировина	Схема виробництва	
	напівнеперервна	неперервна
Картопля	64,6	66,5
Кукурудза	63,9	—
Жито	62,8	—
Пшениця	63,6	—
Ячмінь	62,3	—
Овес і чумиза	61,7	—
Просо	63,4	—

Продовження табл. 36.2

Гречка	61,0	—
Вика і сочевиця	59,0	—
Меляса (за умовним крохмалем)	66,1	66,5
Цукрові буряки (за умовним крохмалем)	61,3	—

Приклад 36.1. Добова продуктивність заводу – 1500 дал безводного спирту. Визначити витрати меляси за годину, якщо вона містить 80 % сухих речовин, з яких зброджуваних цукрів – 50 %.

Розв'язок

1) Згідно з нормативними матеріалами вихід спирту з меляси в перерахунку на 1 т сахарози становить:

$$B = 66,5 \cdot 0,95 = 63,2 \text{ дал.}$$

2) Витрата меляси на 100 дал спирту

$$G_M = \frac{1 \cdot 100}{B \cdot 3Ц} = \frac{1 \cdot 100}{63,2 \cdot 0,5} = 3,1646 \text{ т,}$$

де G_M – витрата меляси на 100 дал спирту, т; 3Ц – доля зброджуваних цукрів меляси; B – вихід спирту, дал.

$$V_M = \frac{G_M}{\rho_M} = \frac{3164,6}{1,43} = 2213,1 \text{ л,}$$

де ρ_M – густина меляси при вмісті 80 % сухих речовин, кг/л (табл.36.3).

3) Об'єм визначеної кількості меляси.

4) Для перерахунку кількості меляси зі 100 дал безводного спирту на задану продуктивність визначимо перерахунковий коефіцієнт

$$\kappa = \frac{1500}{100} = 15.$$

5) Тоді за добу меляси перероблять:

$$G = 3164,6 \cdot 15 = 47469 \text{ кг/год або } V = 2213,1 \cdot 15 = 33196,5 \text{ л/год}$$

$$G = 47469/24 = 1978 \text{ кг/год або } V = 33196,5/24 = 1383 \text{ л/год.}$$

Приклад 36.2. Завод переробляє 500 т кукурудзи з вмістом крохмалю 60 %, 1000 т картоплі з вмістом крохмалю 17 %, 1500 т буряків з вмістом цукру 16 % і 600 т меляси з вмістом цукру 50 %. Скільки умовного крохмалю переробляє завод і який вихід спирту?

Розв'язок

1) Кількість перероблюваного заводом крохмалю буде:

у кукурудзі	$500 \cdot 0,6 \cdot 0,985 = 295,5$ т,
у картоплі	$1000 \cdot 0,17 \cdot 1 = 170$ т,
у буряках	$1500 \cdot 0,16 \cdot 0,891 = 256,6$ т,
у мелясі	$600 \cdot 0,5 \cdot 0,95 = 285$ т

Разом	1007,1 т
-------	----------

2) Вихід спирту з цієї кількості умовного крохмалю становить:
 $1007,1 \cdot 66,5 = 66972,2$ дал.

Таблиця 36.3. Густина меляси залежно від видимого вмісту у ній сухих речовин

Видимий вміст сухих речовин, ваг. %	Густина при 20 °С	Видимий вміст сухих речовин, ваг. %	Густина при 20 °С	Видимий вміст сухих речовин, ваг. %	Густина при 20 °С
72,00	1,363	76,50	1,397	80,75	1,433
72,25	1,364	76,65	1,398	80,95	1,435
72,45	1,365	76,75	1,400	81,10	1,436
72,60	1,367	76,90	1,401	81,30	1,437
72,75	1,368	77,10	1,402	81,45	1,439
72,90	1,369	77,25	1,404	81,60	1,440
73,00	1,370	77,40	1,405	81,90	1,442
73,20	1,372	77,55	1,407	82,00	1,443
73,45	1,373	77,75	1,408	82,20	1,445
73,65	1,374	77,90	1,409	82,35	1,446
73,80	1,376	78,10	1,411	82,55	1,448
73,90	1,377	78,25	1,412	82,70	1,449
74,05	1,378	78,45	1,413	82,80	1,450
74,25	1,380	78,65	1,415	83,05	1,452
74,45	1,381	78,75	1,416	83,25	1,453

Продовження табл. 36.3

74,60	1,382	78,85	1,418	83,40	1,455
74,75	1,384	79,05	1,419	83,60	1,456
74,90	1,385	79,20	1,420	83,75	1,458
75,05	1,386	79,35	1,422	83,90	1,459
75,20	1,388	79,50	1,423	84,00	1,461
75,35	1,389	79,70	1,425	84,20	1,462
75,55	1,390	79,95	1,426	84,35	1,464
75,80	1,392	80,15	1,427	84,55	1,465
75,90	1,393	80,30	1,429	84,75	1,467
76,05	1,394	80,45	1,430		
76,25	1,396	80,60	1,432		

Приклад 36.3. Визначити втрати спирту в процесі його виробництва з картоплі, якщо теоретичний вихід спирту становить 71,99 дал, а практичний 64,6 дал з 1 т крохмалю.

Розв'язок.

1) Кількість крохмалю, необхідного для одержання 100 дал безводного спирту:

$$G_{\text{кр.}} = 1 \cdot 100 / 64,6 = 1,548 \text{ т.}$$

2) Теоретично можливий вихід спирту з знайденої кількості крохмалю:

$$G = \frac{1548 \cdot 71,99}{100} = 1114,4 \text{ кг.}$$

3) Витрати спирту на виробництві становлять:

$$G = 1114,4 - 1000 = 114,4 \text{ кг,}$$

що від теоретичного виходу буде:

$$G = \frac{114,4 \cdot 100}{1114,4} = 10,27 \text{ \%}.$$

Приклад 36.4. Визначити кількість картоплі, яка потрібна для виробництва 100 дал спирту. Вміст крохмалю в картоплі – 19,8 %. Забрудненість картоплі – 4 %. Для оцукрювання використати ячмінь з крохмалевмісткістю 55 % і просо з крохмалевмісткістю 50 %.

Розв'язок

1) Вище (приклад 36.3) було визначено, що для виробництва 100 дал спирту необхідно 1548 кг крохмалю. Визначаючи кількість крохмалю, що надходить з ячменем, врахуємо, що витрата зерна на солод у нашому випадку не повинна перевищувати 14 % від маси крохмалю, яка надходить на виробництво з картоплею; частка ячмінного солоду в суміші з просом становить 0,7, а також врахуємо втрати у виробництві солоду, які не перевищують 16 % від маси крохмалю солодового зерна. За цих умов кількість крохмалю, що надходить з ячменем:

$$G_{\text{яч}} = 1548 \cdot 0,14 \cdot 0,7 \cdot 0,55(1 - 0,16) = 70,09 \text{ кг.}$$

2) Аналогічно обчислюємо кількість крохмалю, який надходить з просом:

$$G_{\text{кр.п}} = 1548 \cdot 0,14 \cdot 0,3 \cdot 0,5(1 - 0,16) = 27,31 \text{ кг.}$$

3) Всього надходить крохмалю з солодом:

$$G_{\text{кр.с.}} = 70,09 + 27,31 = 97,4 \text{ кг.}$$

4) Кількість крохмалю, що надходить з картоплею:

$$G_{\text{карт}}^{\text{кр}} = 1548 - 97,4 = 1450,6 \text{ кг.}$$

5) Кількість картоплі, яка потрібна для виробництва 100 дал спирту:

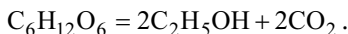
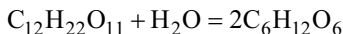
$$G_{\text{карт}} = \frac{1450,6 \cdot 100}{19,5} = 7439 \text{ кг.}$$

6) Маса немитої картоплі, яка надходить на мийку:

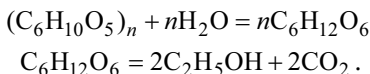
$$G_{\text{карт}}^{\text{I}} = 7439 \cdot 1,04 = 7736,56 \text{ кг.}$$

36.1. Контрольні задачі

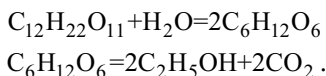
36.1. Визначити теоретичний вихід безводного спирту з 1 т цукру, якщо густина спирту – 0,78927 кг/л, гідроліз і збродження йдуть за рівняннями:



36.2. Визначити теоретичний вихід безводного спирту з 1 т крохмалю, якщо густина спирту – 0,78927 кг/л, гідроліз і збродження йдуть за рівняннями:



36.3. Визначити теоретичний вихід безводного спирту з 1 т мальтози, якщо густина спирту – 0,78927 кг/л, гідроліз і збродження йдуть за рівняннями:



36.4. Визначити витрату цукру на 100 дал безводного спирту.

36.5. Визначити витрату крохмалю на 100 дал безводного спирту.

36.6. Визначити витрату мальтози на 100 дал безводного спирту.

36.7. Визначити витрату меляси, що містить 78 % сухих речовин, з яких 55 % зброджуваних цукрів, необхідної на виробництво 1,5 млн. дал безводного спирту.

36.8. Визначити витрату меляси, що містить 80 % сухих речовин, з яких 60 % зброджуваних цукрів, необхідної на виробництво 1,8 млн. дал безводного спирту.

36.9. Визначити витрату меляси, що містить 79 % сухих речовин, з яких 50 % зброджуваних цукрів, необхідної на виробництво 1,75 млн. дал безводного спирту.

36.10. З урахуванням результату задачі 17.2 розрахувати витрати крохмалю на виробництво спирту, якщо практичний його вихід становить 64,6 дал.

36.11. Скільки 70 % ортофосфорної кислоти треба витратити на виробництво 1,5 млн. дал спирту, якщо за нормами витрат хімікатів у спиртовій промисловості на 100 дал спирту потрібно 1,3 кг 70 % ортофосфорної кислоти густиною 1,53 кг/л?

36.12. Визначити витрату 70 % ортофосфорної кислоти на виробництво 1,3 млн. дал спирту з меляси, що містить 60 % зброджуваних цукрів. За нормами витрат хімікатів у спиртовій промисловості необхідно H_3PO_4 – 0,04 % від маси меляси. Вихід спирту з меляси у перерахунку на 1 т сахарози становить 63,2 дал.

36.13. Визначити витрату 70 % ортофосфорної кислоти густиною 1,53 кг/л на виробництво 1,1 млн. дал спирту з м'ясяси, що містить 55 % зброджуваних цукрів. За нормами витрат хімікатів у спиртовій промисловості необхідно H_3PO_4 – 0,04 % від маси м'ясяси. Вихід спирту з м'ясяси у перерахунку на 1 т сахарози становить 63,2 дал.

36.14. Визначити витрату карбаміду (1,3 % загального азоту) при виробництві 900000 дал спирту з м'ясяси. За нормою для вказаного вмісту азоту в м'ясясі додають $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ із вмістом азоту 46 % 1,5 кг на 100 дал спирту.

36.15. Скільки сульфату амонію треба додати до м'ясяси із вмістом 1,3 % загального азоту при виробництві 1,2 млн. дал спирту? За нормою витрата $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ з вмістом азоту 20 % становить 3 кг на 100 дал спирту.

36.16. Визначити кількість картоплі, яка потрібна для виробництва 800000 дал спирту. Вміст крохмалю в картоплі – 18,5 %. Забрудненість картоплі – 4 %. Для оцукрювання використати ячмінь з крохмалевмісткістю 55 % і просо з крохмалевмісткістю 50 %.

36.17. Визначити добову потребу в картоплі для виробництва 2000 дал безводного спирту. Вміст крохмалю в картоплі – 18 %. Забрудненість картоплі – 4 %. Для оцукрювання використати ячмінь з крохмалевмісткістю 55 % і просо з крохмалевмісткістю 50 %.

36.18. Визначити годинну потребу в картоплі для заводу з добовою продуктивністю 1200 дал безводного спирту. Вміст крохмалю в картоплі – 18,7 %. Забрудненість картоплі – 3,8 %. Для оцукрювання використовують ячмінь з крохмалевмісткістю 53 %, просо з крохмалевмісткістю 48 %.

36.19. Добова продуктивність заводу – 1500 дал безводного спирту. Визначити необхідну кількість цукрових буряків, що містять 17 % цукру.

36.20. Визначити, скільки цукрових буряків завод переробляє за годину, якщо його продуктивність становить 1200 дал безводного спирту за добу. Вміст цукру в буряках – 18,5 %.

36.21. Розрахувати об'єм зерна пшениці, що надходить на варіння для виробництва 100 дал безводного спирту. Пшениця містить 50 % крохмалю. Її забрудненість становить 3 %, насипна маса – 800 кг/м³. Зерно для приготування солоду – жито, що містить 55 % крохмалю, і просо, яке містить 48,6 % крохмалю. Витрату зерна на

солод треба брати 20 % від маси крохмалю, який надходить на варіння. Допустимі втрати у процесі виробництва солоду становлять 16 % від маси крохмалю солодового зерна. Суміш солоду складається з 70 % житнього солоду і 30 % просяного.

36.22. Добова продуктивність заводу – 1250 дал безводного спирту. Визначити витрату пшениці, якщо вона містить 50 % крохмалю. Її забрудненість – 2,5 %. Зерно для приготування солоду – жито, яке містить крохмалю 50,4 %, і просо, яке містить крохмалю 48,5 %. Витрата зерна на солод становить 18 % від маси крохмалю, який надходить на варіння. Допустимі втрати у процесі виробництва солоду становлять 16 % від маси крохмалю солодового зерна. Суміш солоду складається з 70 % житнього солоду і 30 % просяного.

ГЛАВА 37.

РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Безалкогольні напої – це насичені вуглекислим газом водні розчини сиропів, виготовлені з цукру, фруктово-ягідних соків, настоїв цитрусових плодів, виноградних вин, харчових кислот та деяких інших компонентів. Склад сиропів регламентується рецептурами.

У главі подані технологічні розрахунки, що визначають потребу в сировині та допоміжних матеріалах, а також кількість продуктів виробництва безалкогольних напоїв з урахуванням виробничих витрат. Початковими даними для розрахунків є кількість та асортимент виготовленої продукції, а також стандарти, технічні умови і рецептури на напої. Так, за рецептурою витрата зрідженого вуглекислого газу становить 20 кг, ваніліну 10 г на 100 дал напою.

Приклад 37.1. Розрахувати кількість цукру і води для приготування 100 л цукрового сиропу концентрацією 1,3163 кг/л. Вологість цукру – 0,14 мас %.

Розв'язок

- 1) Витрати цукру і води відповідно становлять:

$$1,3163 \cdot 100 \cdot 0,65 = 85,56 \text{ кг},$$

$$1,3163 \cdot 100 \cdot 0,35 = 46,07 \text{ кг}.$$

- 2) З урахуванням вологості цукру його треба внести:

$$85,56 + 85,56 \cdot 0,0014 = 85,68 \text{ кг}.$$

- 3) Враховуючи втрати води при варінні сиропу, її треба внести:

$$46,07 + 46,07 \cdot 0,1 = 50,68 \text{ кг}.$$

Приклад 37.2. Для приготування колеру взяли 100 кг цукру-піску вологістю 0,14 мас. %. Вихід колеру на виробництві становить 105 % від маси сухих речовин цукру. При варінні колеру втрачається 27 % сухих речовин цукру. Визначити масу колеру, що буде при цьому отримана, і необхідну місткість колероварочного апарата, якщо за технологічною інструкцією при розплавленні цукру до нього треба додати 1-2 % води. Насипна маса цукру-піску становить 1050 кг/м³.

Розв'язок

1) З урахуванням того, що при розплавленні об'єм цукру-піску зменшується на 25 %, об'єм суміші (цукор + вода) становить:

$$V_{\text{сум}} = \left(\frac{100 \cdot 1000}{1050} + 2 \right) \cdot 0,75 = 72,93 \text{ л.}$$

2) При варінні колеру його об'єм збільшується приблизно в 4 рази за рахунок утворення піни, тоді робоча місткість колероварочного апарата:

$$V_p = 72,93 \cdot 4 = 291,72 \cong 292 \text{ л.}$$

3) Цукор-пісок містить сухих речовин

$$100 - (100 \cdot 0,0014) = 99,86 \text{ кг.}$$

4) Враховуючи втрати, в готовому продукті сухих речовин буде:

$$99,86 - 99,86 \cdot 0,27 = 72,9 \text{ кг.}$$

5) Маса готового продукту:

$$72,9 \cdot 1,05 = 76,55 \text{ кг.}$$

Приклад 37.3. Визначити витрату вишневого соку на приготування 550 дал вишневого напою. За рецептурою на 100 дал напою треба внести 110 л стандартного вишневого соку, в 100 мл якого міститься 11,4 г сухих речовин. Але в наявності є вишневий сік з вмістом у 100 мл 9,52 г сухих речовин.

Розв'язок.

I варіант

1) Кількість стандартного соку:

$$V_{\text{ст}} = \frac{550 \cdot 110}{100} = 605 \text{ л.}$$

2) У ньому міститься екстрактивних речовин:

$$G_{\text{екст}} = \frac{605000 \cdot 11,4}{100} = 68970 \text{ г} = 68,97 \text{ кг.}$$

3) Враховуючи фактичний вміст екстрактивних речовин, соку треба внести:

$$V_c = \frac{68970}{95,2} = 724,47 \text{ л.}$$

II варіант

Кількість плодово-ягідних соків та екстрактів визначають з урахуванням їх екстрактивності за формулою:

$$V_c = V_{\text{нап}} \cdot v \cdot E / E^1,$$

де $V_{\text{нап}}$ – кількість напою, що виготовляють, дал; v – кількість соку за рецептурою на 1 дал напою, л; E – екстрактивність соку за стандартом, г на 100 мл; E^1 – фактична екстрактивність, що йде на купаж, г на 100 мл соку.

Підставивши дані, маємо:

$$V_c = 550 \cdot 1,1 \cdot 114 / 95,2 = 724,47 \text{ л.}$$

Приклад 37.4. Кислотність напою “Яблучний” повинна бути 2 мл 1 мл розчину NaOH на 100 мл напою. Витрата яблучного соку на 100 дал напою становить 140 л. Кислотність соку дорівнює 0,86 г лимонної кислоти у 100 мл соку. На нейтралізацію 100 дал води при твердості 3,566 мг-екв/л потрібно 228 г лимонної кислоти. Цукру витрачається 110 кг, вміст сухих речовин у ньому 99,86 %. Товарна лимонна кислота містить 93 % сухих речовин. Густина цукрового сиропу становить 1,56 кг/л.

Розрахувати загальну витрату лимонної кислоти на 100 дал напою.

Розв’язок

- 1) 100 дал яблучного напою містить лимонної кислоти:

$$G_{\text{к.с}} = \frac{2 \cdot 0,064 \cdot 1000000}{100} = 2 \cdot 0,064 \cdot 10000 = 1280 \text{ г,}$$

де 0,064 – кількість лимонної кислоти у грамах, що еквівалентна 1 мл однонормального розчину NaOH.

- 2) Кількість кислоти, що вноситься з соком:

$$G_{\text{к.с}} = \frac{0,86 \cdot 140000}{100} = 1204 \text{ г.}$$

- 3) Кількість води у 100 дал напою:

$$G_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 - 140 - \frac{110 \cdot 0,9986}{1,56} = 789,6 \text{ л} = 78,96 \text{ дал}.$$

4) Кількість кислоти, що витрачається на нейтралізацію солей твердості у 78,96 дал води:

$$G_{\text{к}}^{\text{H}_2\text{O}} = \frac{78,96 \cdot 228}{100} = 180 \text{ г}.$$

5) До 100 дал напою треба додати лимонної кислоти:

$$G_{\text{к}} = G_{\text{к.н}} - G_{\text{к.с}} + G_{\text{к}}^{\text{H}_2\text{O}} = 1280 - 1204 + 180 = 256 \text{ г},$$

або в перерахунку на товарну кислоту:

$$G_{\text{к.т}} = 256 / 0,93 = 275 \text{ г}.$$

37.1. Контрольні задачі

37.1. Розрахувати кількість цукру і води для приготування 150 л цукрового сиропу концентрацією 67 мас %. Густина такого сиропу становить 1,3313 кг/л. Вологість цукру – 0,14 мас %. Втрати води при варінні сиропу – 10 мас %.

37.2. Розрахувати кількість цукру і води для приготування 180 л цукрового сиропу концентрацією 64 мас %. Густина такого сиропу – 1,313 кг/л. Вологість цукру – 0,14 мас %. Втрати води при варінні сиропу складають 10 мас %.

37.3. Розрахувати кількість цукру і води для приготування 250 л цукрового сиропу концентрацією 70 %. Густина сиропу – 1,35 кг/л. Вологість цукру – 0,14 мас. %. Втрати води при варінні сиропу становлять 10 %.

37.4. Для приготування колеру взяли 125 кг цукру-піску вологістю 0,14 мас %. Вихід колеру на виробництві становить 104 % від маси сухих речовин цукру. При варінні колеру втрачається 25 % сухих речовин цукру. Визначити масу колеру, що буде при цьому отримана, і необхідну місткість колероварочного апарата, якщо при розплавленні цукру до нього додають 2 % води. Об'єм цукру при розплавленні зменшується на 25 %. Насипна маса цукру-піску становить 1,050 кг/л.

37.5. Для приготування колеру взяли 175 кг цукру-піску вологістю 0,14 мас %. Вихід колеру на виробництві становить 106 % від маси сухих речовин цукру. При варінні колеру витрачається 26 % сухих речовин цукру. Визначити масу колеру, що буде при цьому отримана, і необхідну місткість колероварочного апарата, якщо при розплавленні цукру до нього

го додають 1,5 % води. На цій стадії об'єм цукру зменшується на 25 %. Насипна маса цукру-піску – 1,05 кг/л.

37.6. Треба приготувати 250 дал лимонаду. Витрата цукру на 1 дал у перерахунку на суху речовину становить 1,2 кг. Вміст цукру в 1 л сиропу концентрацією 65 мас % – 855,6 г. Визначити необхідну кількість цукрового сиропу (л) при холодному способі приготування купажу.

37.7. Треба приготувати 520 дал вишневого напою. Витрата цукру на 1 дал у перерахунку на суху речовину становить 1 кг. Вміст цукру в 1 л сиропу концентрацією 66 мас % – 872,8 г. Визначити необхідну кількість цукрового сиропу (л) при холодному способі приготування купажу.

37.8. Треба приготувати 780 дал яблучного напою. Витрата цукру на 1 дал у перерахунку на суху речовину становить 1,1 кг. Вміст цукру в 1 л сиропу концентрацією 65,8 мас % – 869,4 г. Визначити необхідну кількість цукрового сиропу (л) при холодному способі приготування купажу.

37.9. Треба приготувати 600 дал чорносмородинового напою вищого сорту. Витрата цукру на 1 дал у перерахунку на суху речовину становить 1,4 кг. Вміст цукру в 1 л сиропу концентрацією 68 мас % – 907,6 г. Визначити необхідну кількість цукрового сиропу (л) при холодному способі приготування купажу.

37.10. Необхідно приготувати 720 дал журавлиного напою вищої якості. Витрата цукру на 1 дал у перерахунку на суху речовину становить 1 кг. Вміст цукру в 1 л сиропу концентрацією 65 мас % – 855,6 г. Визначити необхідну кількість цукрового сиропу (л) при холодному способі приготування купажу.

37.11. Визначити витрати вишневого соку, що містить 12,1 г екстрактивних речовин у 100 мл соку, на приготування 550 дал напою. За рецептурою на 100 дал напою необхідно внести 110 л стандартного вишневого соку, в 100 мл якого міститься 11,4 г екстрактивних речовин.

37.12. Визначити витрати малинового соку, що містить 7,5 г екстрактивних речовин у 100 мл соку на приготування 620 дал напою. За рецептурою на 100 дал напою треба внести 120 л стандартного малинового соку, в 100 мл якого міститься 6,8 г екстрактивних речовин.

37.13. Визначити витрату кизилового соку на приготування 680 дал кизилового напою. За рецептурою на 100 дал напою треба внести 70 л стандартного кизилового соку, в 100 мл якого міститься 9,6 г сухих речовин. У наявності є кизилловий сік із вмістом сухих речовин 9 г у 100 мл.

37.14. Визначити витрату аличевого соку на приготування 720 дал аличевого напою. За рецептурою на 100 дал напою необхідно внести

100 л стандартного аличевого соку, в 100 мл якого міститься 8,4 г сухих речовин. У наявності є аличевий сік, у 100 мл якого міститься 8,6 г сухих речовин.

37.15. Визначити витрату чорничного настою на приготування 500 дал чорничного напою. За рецептурою на 100 дал напою необхідно внести 100 л настою зі стандартним вмістом сухих речовин у 100 мл – 6 г. У наявності є чорничний настій, у 100 мл якого міститься 6,3 г сухих речовин.

37.16. Визначити витрату полуничного соку на приготування 600 дал полуничного напою. За рецептурою на 100 дал напою треба внести 120 л стандартного соку, в 100 мл якого міститься 6,6 г сухих речовин. У наявності є полуничний сік, у 100 мл якого міститься 6,8 г сухих речовин.

37.17. Визначити витрату яблучного соку з вмістом екстрактивних речовин 8,7 г у 100 мл, необхідну на приготування 680 дал напою. За рецептурою на 100 дал напою необхідно внести 140 л стандартного яблучного соку, в 100 мл якого міститься 9,8 г екстрактивних речовин.

37.18. Кислотність напою “Полуничний” повинна бути 2 мл 1 одонормального розчину NaOH на 100 мл напою. Витрата полуничного соку на 100 дал напою становить 110 л. Кислотність соку – 0,8 г лимонної кислоти в 100 мл соку. На нейтралізацію 100 дал води при твердості 3,566 мг екв/л потрібно 228 г лимонної кислоти. Цукру витрачається 100 кг, вміст сухих речовин у ньому – 99,86 %. Товарна лимонна кислота містить 98 % сухих речовин. Густина цукрового сиропу – 1,56 кг/л. Розрахувати загальну витрату лимонної кислоти на 100 дал напою, якщо 0,064 г лимонної кислоти еквівалентні 1 мл 1 одонормального розчину NaOH.

37.19. Кислотність напою “Яблучний” має бути 2 мл 1 одонормального розчину NaOH на 100 мл напою. Витрата яблучного соку на 100 дал напою – 140 л. Кислотність соку – 0,86 г лимонної кислоти у 100 мл соку. На нейтралізацію 100 дал води при твердості 3,566 мг екв/л потрібно 228 г лимонної кислоти. Цукру витрачається 110 кг, вміст сухих речовин у ньому – 99,86 %. Ваніліну витрачається 10 г на 100 дал напою. Товарна лимонна кислота містить 95 % сухих речовин. Густина цукрового сиропу – 1,56 кг/л.

Визначити загальну витрату лимонної кислоти і ваніліну на 130 дал напою, якщо 0,064 г лимонної кислоти еквівалентні 1 мл 1 одонормального розчину NaOH.

ГЛАВА 38.

ТЕХНОЛОГІЯ ЦУКРУ

38.1 Загальна характеристика продукту, сировини і виробництва

Цукор – харчовий продукт, що практично цілком складається із сахарози ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Сахароза – дисахарид, що під дією кислоти або ферменту – сахарази – розщеплюється на глюкозу і фруктозу – інвертний цукор. Сахароза в кристалічному стані не гігроскопічна, не має здатності до відновлення.

У нашій країні основна сировина для промислового виробництва цукру – цукровий буряк.

Значну частину маси коренеплоду (75 %) складає вода. Близько 72 % води утримується в соку, а 3 % зв'язано з речовинами м'якоті буряка. Вміст сухих речовин в коренеплоді ~ 25 %, які у цукровому виробництві підрозділяють на сахарозу і несахари. Вміст сахарози в коренеплоді коливається від 15 до 20 %. Несahari ~ 7 % – це пектинові речовини, білки, клітковина й ін.

Важливим показником є чистота або доброякісність соку. Під цим показником розуміють виражене у відсотках відношення змісту сахарози $C_{сах.}$ до сухої речовини буряка:

$$D_0 = \frac{C_{сах.}}{CB} \cdot 100\%.$$

Чим більше несахарів у соку, тим нижче доброякісність. Зазвичай показник дорівнює 80 – 90 %.

Крім цього, якість цукрового буряка оцінюють за фізичним станом, тобто за наявністю підв'ялених, механічно ушкоджених та коренеплодів з бадиллям.

Період збирання цукрового буряка складає в середньому 40 – 50 діб при роботі цукрових заводів 110 – 150 діб на рік. Близько 60 % прибраного буряка приходить зберігати. У період зберігання коренеплоду зміст сахарози зменшується. Висока температура, ураження мікроорганізмами, заморожування і наступне відтавання знижують вміст сахарози.

Зберігають буряк у трапецієвидних купах (рис. 38.1), які називають кагатами, їх заглиблюють у землю. Перед закладкою буряка

поверхню кагату обприскують вапняним молоком. Укладають буряк кагатоукладальниками.

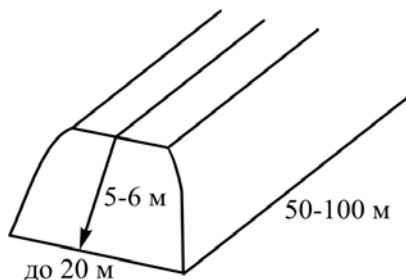


Рис. 38.1. Схема укладання буряка в кагати.

При прийомі цукрового буряка і закладці його в кагати визначають відповідність вимогам стандарту і розподіляють по кагатах на різні терміни зберігання. Ушкоджений буряк відразу відправляють на переробку.

У кагати тривалого збереження направляється свіжий, здоровий буряк без механічних ушкоджень, з мінімальною кількістю домішок.

У процесі зберігання буряк дихає. При аеробному диханні окисляється менше цукру, ніж при анаеробному. Отже, вентильовання кагатів забезпечує аеробний подих і охороняє коренеплоди від зайвої втрати цукру. Оптимальна температура зберігання буряка 1 – 3 °С. При підвищенні температури інтенсивність дихання значно зростає, тому тривале зберігання буряка в післязбиральний період економічно не вигідно.

Щоб уникнути підморожування, бічні поверхні кагатів середнього і тривалого термінів зберігання вкривають теплоізоляційними матеріалами (соломою, матами, плитами з обпилювань і торфу й ін.).

38.2. Технологія виробництва цукру

Для забезпечення безперебійної роботи і створення 1 – 2-добових запасів буряка завод має бурячну, що розташована поруч із заводом.

Сучасні заводи, що виробляють цукор, являють собою великі підприємства, що переробляють у добу тисячі тонн буряка. Вони добре механізовані, значна частина операцій автоматизована. Малих виробництв немає, тому що дуже складне апаратне оформлення.

Виробництво цукру з буряка – дуже складний фізико-хімічний процес. Сахарозу екстрагують із клітин буряка дифузією, після чого застосовують хімічні і теплофізичні дії впливу для відокремлення цукру від несахарів і перетворення його в чистий кристалічний продукт (рис. 38.2).

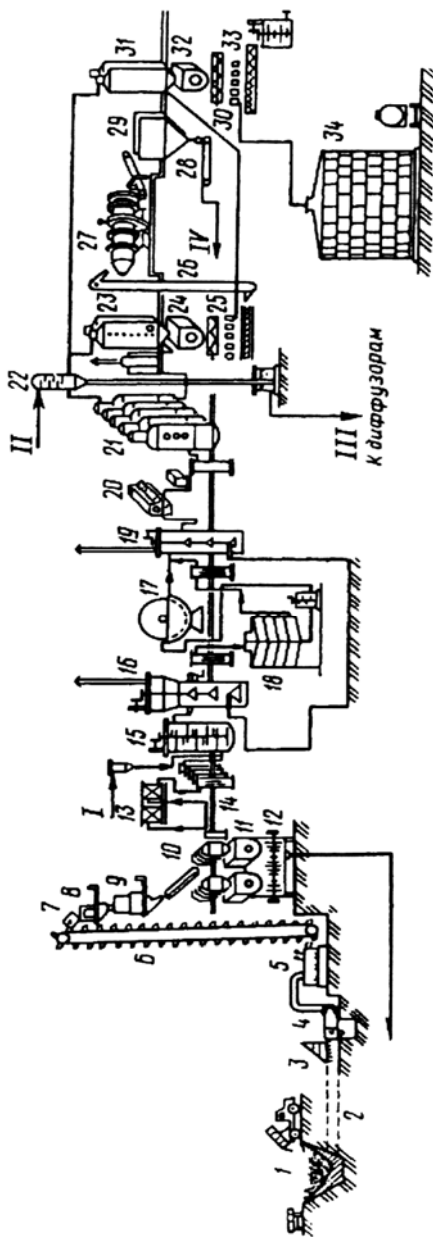


Рис. 38. 2. Технологічний процес переробки цукрового буряка:

1 – бурячна; 2 – гідравлічний транспортер; 3 – соломоуловлювач; 4 – відцентровий насос; 5 – бурякомийна машина; 6 – елеватор; 7 – магнітний уловлювач; 8 – автоматичні ваги; 9 – бурякорізнальна машина; 10 – дифузійна батарея; 11 – жолоб подачі гніта; 12 – мішалка знецукреної стружки з водою; 13 – резервуари сирого соку; 14 – рішопери; 15 – дефекатор; 16, 19 – сатуратори; 17 – вакуум-фільтр; 18 – відстійник соку; 20 – фільтр-прес; 21 – випарні апарати; 22 – барометричний конденсатор; 23 – вакуум-апарати; 24 – мішалки; 25 – центрифуги; 26 – елеватор білого цукру; 27 – сушильний барабан; 28 – транспортер подачі цукру в склад; 29 – бункери; 30 – автомат зашивання мішків; 31 – вакуум-апарати другого продукту; 32 – мішалки другого продукту; 33 – центрифуги другого продукту; 34 – резервуар патоки; I – вапняне молоко; II, III – вода; IV – цукор.



Рис. 38.3. Функціональна схема виробництва цукру.

Підготовка корнеплодів до переробки – це доставка буряка на завод, відокремлення домішок і миття.

З бурачної буряк гідротранспортом подається на завод по жолобу зі сталі, бетону, цегли або іншого матеріалу, який має ухил у бік заводу.

У жолобі буряк змивається струменем води під надлишковим тиском 0,2 – 0,3 МПа за допомогою гідрантів і потоком води доставляється на завод. Витрата води 600 – 700 % від маси буряка.

Буряк, що надходить на переробку, містить від 5 до 15 % домішок: бадилля, пісок, камені, земля. Домішки погіршують роботу устаткування, знижують якість дифузійного соку, різко збільшують утрати цукру. Відділення домішок відбувається в гідротранспортері, що обладнаний пастками – піску, бадилля, каменів.

Домішки, що залишилися, усувають у процесі миття буряка у бурякомийних машинах різної конструкції.

Для видалення феромагнітних домішок перед зважуванням потік буряка пропускають через магнітний сепаратор. Зважений буряк направляють на одержання стружки.

Цукор, що міститься в буряку, добувають екстракцією (дифузією). Швидкість масопередачі прямо пропорційна поверхні контакту

фаз і зворотно пропорційна шляху (у даному випадку товщині стружки). Тому коренеплоди буряка подрібнюють у тонку стружку різної форми: жолобчастої, пластинчастої, ромбовидної й ін. Форма стружки вибирається в залежності від якості буряка і типу використовуваних дифузійних апаратів. Ширина жолобчастої стружки складає 4 – 5 мм, товщина 0,5 – 1 мм.

Бурячна стружка не повинна в дифузійних апаратах злежуватися, повинна добре омиватися дифузійним соком і не повинна робити великого опору при фільтрації соку через її пласт. Занадто тонка стружка (0,5 мм) не бажана, тому що вона руйнується транспортуючими пристроями дифузійних апаратів і погіршує циркуляцію соку. Занадто товстої бурячної стружки повільніше витягається цукор.

Якість стружки оцінюють за довжиною, що складає 100 г її маси. При здоровому буряку стружка може укластися в довжину 25 м.

Для одержання бурячної стружки використовують відцентрові, дискові або барабанні бурякорізки.

Бурячна стружка по транспортеру надходить або в дифузійну батарею, або в безупинно діючий дифузійний апарат із протитоком, у якості екстрагенту використовується гаряча вода з температурою 70 °С.

Дифузія сахарози з бурячної тканини може бути описана першим законом Фіка, відповідно до якого кількість витягнутої речовини (d) – пропорційна різниці концентрацій у дотичних рідинах ($C - c$), часу τ , площі пласту F і зворотно пропорційна товщині шару (x), тобто довжині шляху дифундування часток.

Отже:

$$d = D \cdot F \frac{C - c}{x} \tau,$$

де $\frac{C - c}{x}$ – градієнт концентрації, D – приведений коефіцієнт

дифузії. Його величина залежить від роду речовини, що дифундує, і від температури. З підвищенням температури коефіцієнт дифузії збільшується, тому що зростає швидкість руху молекул, зменшується в'язкість розчинника. У випадку екстракції цукру з буряка підвищення температури (понад 60 °С) порушує цілісність цитоплазми клітини, що містить цукор і інші компоненти. Відбувається коагуляція білків, вони перетворюються в окремі грудочки, утворюється порозність і

сахароза виходить у міжклітинний простір. Однак, підвищення температури вище 75 °З не рекомендується, тому що відбувається швидке набрякання пектинових речовин і зниження пружності стружки. При температурі нижче 70 °С інтенсивно розвиваються мікроорганізми, що призводять до псування стружки. Тому підтримують температуру 70 – 75°С.

На практиці усі величини F , $(C - c)$, τ мають природні обмеження в рості. Так, відкачку соку обмежують 115 – 125 %, тобто з 100 кг стружки добувають 115 – 125 кг соку, тому що зі збільшенням витрати води на знецукрення стружки зростають витрати палива й електроенергії на наступне випарювання.

Збільшення тривалості знецукрення (τ) сприяє не тільки більш повному переходові цукру зі стружки, а й нецукрів. Тому доцільно обмежувати тривалість екстракції за рахунок використання стружки з оптимальною товщиною. Однак тривалість дифундування в апаратах безперервної дії, у зв'язку з необхідністю застосування для них більш грубої бурячної стружки, складає нормативно 70 – 80 хв.

Продуктами дифузійного процесу є дифузійний сік і жмих – знецукрена стружка. Отриманий сік являє собою слабокислу мутну рідину, що піниться, яка на повітрі швидко темніє. У ньому утримується в середньому 15 % цукру стосовно маси буряка, ступінь добування цукру дифузією складає 98 %. Сік направляють на очищення.

Жмих в основному містить речовини бурячної м'якоті (клітковина, гемицеллюлоза, пектинові речовини і скоагульований білок). Усі речовини жмиха являють собою гарний корм для худоби. Недоліком є низький зміст сухих речовин (близько 6 %). Тому частину жмиха віджимають до змісту сухих речовин 9 – 10 % і вигодовують худобі, а частину збезводнюють до вмісту сухих речовин 16 – 18 %, висушують і пресують у брикети з додаванням кормових інгредієнтів. Такі брикети добре зберігаються.

Дифузійний сік насамперед очищають від зважених часток мезги, тобто дрібних шматочків бурячної стружки, що пройшла через отвори сит дифузійних апаратів. Таке очищення здійснюють у пастках безперервної дії.

Із соку видаляється тільки 35 – 40 % несахарів. Близько 2 % цукру переходить разом з несахарами в мелясу – відтік третьої кристалізації (рис. 38.4).

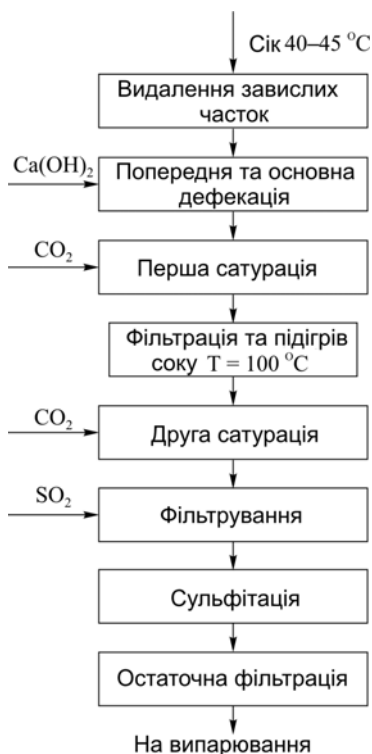


Рис. 38.4. Функціональна схема стадії очищення соку.

нього продувають газ, що містить 30 – 34 % вуглекислого газу. Ціль першої сатурації – додаткове очищення соку шляхом адсорбції на свіжеутворених частках крейди. Відбувається поступова нейтралізація вапна, що утримується в соку. Очищення соку протікає тим повніше, чим більша поверхня контакту твердої і рідкої фаз.

У процесі першої сатурації сік трохи вистигає, перед фільтрацією його нагрівають до температури 100 – 102 °C. Після фільтрації сік направляють на другу сатурацію. Ціль другої сатурації зменшити зміст вапна і солей кальцію в соку до мінімальної межі. Адсорбуюча дія дрібнокристалічного осаду мілу забезпечує подальше підвищення чистоти соку і зниження його забарвленості.

Після відокремлення зважених часток дифузійний сік піддають обробці, що називається попередньою дефекацією. Процес полягає в обережному впливі вапна на сік для того, щоб нейтралізувати вільні кислоти дифузійного соку, скоагулювати значну частину колоїдних речовин і осадити інші несахари. У переддефекатор безперервної дії подають 0,2 – 0,3 % оксиду кальцію до маси буряка. Максимум коагуляції несахарів спостерігається в інтервалі pH 10,8 – 11,6.

Для більш повного освітлення дифузійного соку і кращої його фільтрації введена основна дефекація. На основній дефекації додають надлишкову кількість вапна 2,5 – 3 % оксиду кальцію до маси буряка.

Відразу ж після основної дефекації сік разом з осадом надходить до сатуратора, де через

Сік другої сатурації направляють на фільтрацію без підігріву, тому що температура соку досить висока.

Фільтрований сік другої сатурації направляються на третю стадію очищення – сульфитацію.

Ціль сульфитації – освітлення соку шляхом перетворення барвних речовин у безбарвні лейкосполуки і зниження його в'язкості для поліпшення умов фільтрації. Велике значення має здатність сірчистої кислоти і її солей блокувати карбонільні групи з'єднань, що редукують (глюкози, фруктози й ін.), і тим самим запобігають утворенню барвних речовин у соку.

Після закінчення цієї стадії проводять остаточну фільтрацію.

Незважаючи на досить складний комплекс заходів щодо очищення дифузійного соку, вдається відокремити тільки 35 – 40 % несахарів. Інші 60 – 65 % переходять у мелясу, знижуючи вихід цукру.

Видалення води із соку проводять завжди в два етапи. Спочатку в багатокорпусних випарних апаратах (4 корпуси) упарюють до вмісту сухих речовин у сиропі 65 %. При цьому сахароза ще не кристалізується. Густий сироп змішують із клеровкою (розчином) жовтого цукру, додають 0,1 – 0,15 % кізельгуру і направляють на сульфитацію (рН = 7,5). Сік підігрівують, фільтрують, і після цього додаткового очищення направляють на випарку у вакуум-апарати, де вміст сухих речовин у сиропі підвищується до 92 – 93 %. При такій концентрації починається кристалоутворення. Для його прискорення у вакуум-апарат удмухують невелику кількість цукрової пудри, після чого швидко утворюються центри кристалізації. Продукт, отриманий після уварювання, називають утфелем.

Для більш повного добування цукру сахарозу кристалізують багаторазово.

Кристали цукру відокремлюють від сиропу на центрифугах. Отриману рідину називають «зеленою патокою», або «зеленим відтоком», а кристали цукру, що залишилися на стінках центрифуги, пробілюють гарячою водою 70 – 95 °С. Після пробілювання цукор-пісок вивантажують з центрифуги з вологістю 0,8 – 1 % і подають у сушильний апарат. Сушать гарячим повітрям до вологості 0,14 % і прохолоджують.

Відтоки, що отримані при центрифугуванні першого утфелю, що мають сахарозу і несахара, направляють у вакуум-апарати на ува-

рювання другого утфеля до вмісту сухих речовин 93 %. Центрифугують, пробілюють, відтоки другого утфеля направляють на розпарювання і третю кристалізацію. Цукор другої і третьої кристалізації (жовтий цукор) розчиняють у соку другої сатурації (розчиняють – клерують) до вмісту сухих речовин 65 – 70 %, змішують із сиропом і подають на сульфитацію.

Відтік третього утфеля називається мелясою – відхід цукрового виробництва. Мелясу використовують у виробництві етилового і бутилового спирту, молочної і лимонної кислот, гліцерину; на суслі, виготовленному з меляси, вирощують хлібопекарські дріжджі. Меляса використовується як цінна добавка у виробництві кормів.

Цукор-пісок повинен задовольняти за якістю вимоги стандарту:

Вологість 0,14 %; доброякісність 99,75 %, вміст речовин, що редукують, не більш 0,05 %, золи не більш як 0,03 %.

За зовнішнім виглядом цукор-пісок повинен бути безбарвним і складатися з безбарвних кристалів, однорідних за розміром.

Упаковують цукор-пісок у тканинні мішки з прокладкою по 50 кг або в паперові, поліетиленові пакети масою 0,5; 1 кг.

Зберігають цукор у сухих, добре провітрюваних приміщеннях, при вологості повітря 50 – 70 %.

38.3. Виробництво цукру-рафінаду

Вміст сахарози в цукрі-піску не менш 99,75 %, у рафінаді 99,9%. Основна відмінність у зовнішньому вигляді.

Розрізняють литий і пресований рафінад. Найбільш міцний литий, одержують його у виді голівок.

Цукор-пісок розчиняють у воді. Сироп фільтрують і обробляють адсорбентами для видалення барвних речовин. Найчастіше використовують для цієї мети активоване вугілля. Потім варять утфель, видаляючи воду, кристалізують. Центрифугують, пробілюють рафінадну кашку, яку потім або пресують, або наливають у форми.

Для додання білизни з блакиттю в цукровий сироп додають ультрамарин 0,0008 %.

Голівки цукру на спеціальному верстаті розколюють на шматки і фасують.

ГЛАВА 39. ТЕХНОЛОГІЯ КРОХМАЛЮ

39.1. Загальні відомості про виробництво

Крохмаль має формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$, з нього одержують продукти, які широко використовують при виготовленні кондитерських виробів, глюкози, модифікованих крохмалів, патоки. Нами приведені сфери використання крохмалю в самій харчовій промисловості. Однак, крохмаль знайшов застосування й в інших галузях народного господарства: у текстильній, паперовій і ряді інших. Крохмаль знаходить застосування в лабораторній практиці як індикатор у йодометричних аналізах.

Крохмаль утримується в клітинах рослинних тканин у вигляді крохмальних зерен різної форми. При одержанні сирого крохмалю основною метою є добування цих зерен і їхнє очищення від забруднень. Для цього руйнують клітинні стінки рослинної сировини, що часто досягається механічним впливом (є й інші види впливу, наприклад тепловий).

Крохмаль легко змінює фізико-хімічні властивості під дією теплової обробки, хімічних реагентів, амілолітичних ферментів. Ці процеси супроводжуються деструкцією полімерних молекул крохмалю, що складаються з амілози й амілопектину. На основі цих процесів одержують модифіковані крохмалі й інші крохмалопродукти: патока, декстрини, глюкоза.

При нагріванні у воді зерна крохмалю руйнуються з утворенням клейстеру. Клейстеризація крохмалю – складний процес, що йде в три основні стадії. Спочатку крохмальні зерна набухають, приєднуючи невелику кількість води. При підвищенні температури приєднується велика кількість води, що супроводжується сильним набряканням зерен зі збільшенням їхнього об'єму в сотні разів і підвищенням в'язкості розчину. Ця стадія незворотна. Набрякання крохмалю відбувається внаслідок розриву водневих зв'язків і гідратації макромолекул полісахаридів. На останній стадії розчинні полісахариди витягуються водою, зерна втрачають форму і перетворюються в мішечки, суспендовані в розчині.

Клейстеризація картопляного крохмалю відбувається при температурі 55–68 °С, кукурудзяного – при температурі 64–71 °С.

Розглянуті продукти одержують на спеціалізованих крохмалепаточкових виробництвах, оснащених потоковими механізованими лініями. На малих виробництвах продукти виходять низької якості, малі виробництва нерентабельні.

39.2. Сировина для виробництва крохмалю

Для промислового виробництва крохмалю сировиною є картопля, зерна кукурудзи, пшениці, жита, рису. Широко використовуються картопля і кукурудза (табл. 39.1).

Таблиця 39.1. Склад крохмалю з картоплі і кукурудзи

Сировина	Вміст, %		Склад сухої речовини, %						
	вологості	сухих речовин	крохмаль	азотисті речовини	клітковина	зола	жир	розчинні вуглеводи	інші
Картопля	75	25	74	8	4	4	0,8	3,2	6
Кукурудза	13	87	70	12	1,8	1,5	6-6,5	3-5	4

Кукурудза в порівнянні з картоплею має кращу транспортабельність і краще зберігається, тому на цій сировині працюють цілий рік. На картоплі – 3–5 місяців у році. З кукурудзи вивільняти крохмаль складніше через особливості будови сировини і великий вміст у ній білка й жиру.

Картопляний крохмаль дає більш в'язкі клейстери, тому його споживча вартість вища.

На переробку надходить кукурудза вологістю 13–16 %, картопля 75 %. У складі сухих речовин картоплі знаходяться крохмалю 74 %, кукурудзи – 70 % до маси сухого зерна. Ці види сировини рівноцінні за виходом у перерахуванні на сухі речовини.

При одержанні крохмалю з картоплі (рис. 39.1) технологічний процес складається з таких операцій: миття, здрібнювання, промивання маси водою, а потім пропущення крохмального молочка через сита: мезга залишається на ситі, а воду з крохмалем відстоюють у

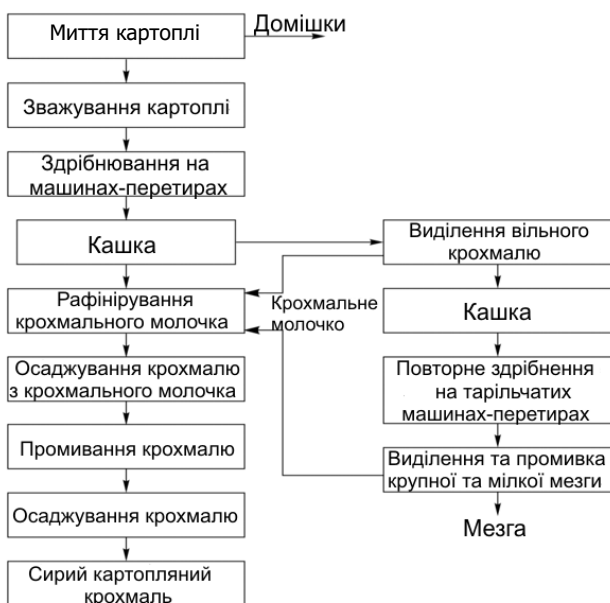


Рис. 39.1. Функціональна схема одержання крохмалю з картоплі.

чанах або розділяють на центрифугі. Одержують сирий крохмаль зі змістом води в масі 50 %. У такому вигляді сирий крохмаль використовують для виробництва крохмало-продуктів і крупи саго. Для вироблення сухого крохмалю проводять сушіння.

Виробництво крохмалю з зернових має особливості. Через більш складну будову зерна крохмалю (рис. 39.2), виділення його з клітин вимагає додаткових операцій: замочування зерна в підкисленій воді (вміст двооксиду сірки 0,15–0,2 %), після чого проводять дроблення, відділення зародка, тонкий розмел крупок. Далі проводять процес аналогічно процесу одержання крохмалю з картоплі.

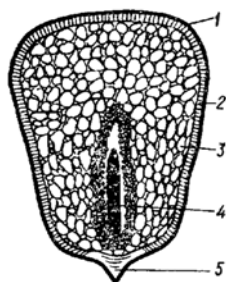


Рис. 39.2. Будова зерна кукурудзи:
1 – перикарпій; 2 – алевроновий шар; 3 – ендосперм; 4 – зародок; 5 – чохлак.

39.3. Технологія кукурудзяного крохмалю

При вологості 13–14 % зерно кукурудзи може зберігатися до двох і більше років. Завдяки цьому кукурудзу можна переробляти цілий рік.

Метою технології (рис 39.3) є максимальне вивільнення із зерна крохмалю стандартної якості і найбільш ефективний розподіл, використання всіх інших складових частин зерна, тим самим забезпечуючи комплексне використання сировини.

Замочування зерна – одна з найбільш важливих і складних операцій у виробництві кукурудзяного крохмалю. Її ціль – підготувати зерно для поділу його на складові частини в наступних операціях і добувати з зерна приблизно дві третини розчинних речовин.

Зерно замочується в циліндричних апаратах з конусними днищами. Апарати з'єднані в батарею, у якій процес протікає безупинно. У батареї здійснюється протиток води для замочування зерна, що знаходиться в апаратах. Замочування зерна проводять у підкисленій воді (концентрація 0,2–0,25 % двооксиду сірки), підігрітій до температури 48–50 °С. Тривалість замочування 36–55 годин.

При замочуванні в зерні проходить ряд складних фізико-хімічних і біохімічних процесів, у результаті яких крохмаль в ендоспермі вивільняється від прикріпленого і проміжного білка. Розчинні речовини зерна на дві третини переходять у замочувальну воду, а саме зерно стає м'яким і легко розділяється на складові частини. Унаслідок виведення екстрактивних речовин відносний вміст крохмалю в замоченому зерні зростає на 4–5 % і жиру – на 0,5 %.

Замочене зерно з апарата в суміші з водою насосом подається на дугове сито, де рідина-екстракт відокремлюється і після розпарювання використовується як сировина для медичної і мікробіологічної промисловості або направляється на виробництво сухих кормів.

Зерно після відділення екстракту направляється в бункер перед дробарками. Ціль дроблення – шляхом поділу зерна на 4–5 частин відокремити з нього зародок і виділити якнайбільше крохмалю. Для цього застосовують дискові дробарки. Робочими органами є два диски, один нерухомий (у центр його подається замочене зерно і крохмальне молоко), а другий диск приводиться в обертання. Ступінь дроблення зерна регулюється зазором між дисками. На робочих поверхнях дисків концентрично розташовані ряди виступів у вигляді усічених пірамід, які й дроблять зерно.

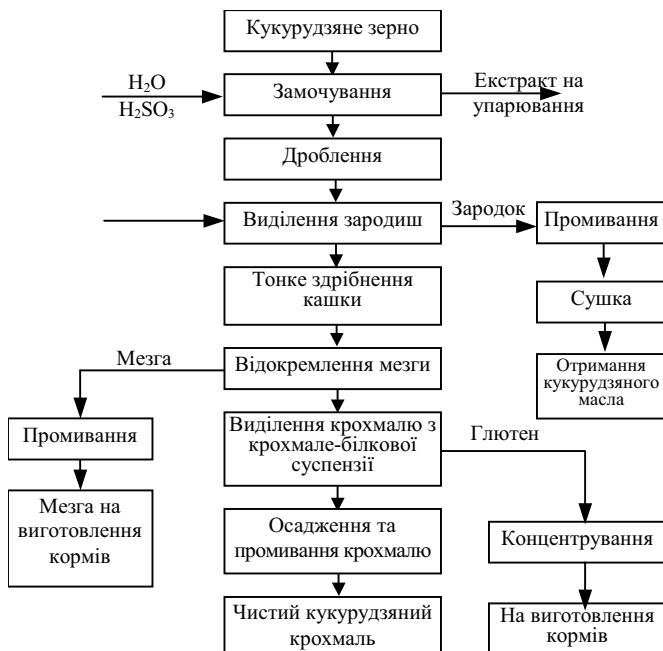


Рис. 39.3. Функціональна схема отримання крохмалю з кукурудзяного зерна.

Суміш дробленого зерна і крохмального молока з першої дробарки надходить на першу стадію відокремлення зародка, яку проводять на гідроциклонах. Для виділення з кашки 90–97 % зародка необхідне послідовне дворазове дроблення і дворазове відділення зародка. Додатково зародок очищається від залишку кашки на гідроциклоні, на дугових ситах відокремлюється від крохмального молока, 2–3 рази відмивається від вільного крохмалю зворотною виробничою водою. Потім зародок механічно збезводнюється, висушується і використовується як сировина для одержання з нього кукурудзяної олії. Він містить у перерахуванні на суху речовину 50 % жиру. Молоко, відділене при промиванні зародка, додається до замоченої кукурудзи перед дробленням.

Кашка після відділення зародка на дугових ситах відокремлюється від першого крохмального молока і надходить на тонке здрібнювання.

Метою тонкого здрібнювання є максимальне вивільнення зв'язаного крохмалю, але при мінімальному здрібнюванні оболонок, де крохмалю порівняно мало. В даний час для цієї мети служать ударні млини, що являють собою дискові подрібнюючі машини, обладнані рухомими і нерухомими пальцями з особливо міцної сталі. Кашка надходить у центр між дисками, відкидається на пальці, піддається могутнім багаторазовим ударами пальців, що і вивільняє зв'язаний крохмаль.

Здрібнена кашка надходить на відділення вільного крохмалю шляхом відмивання його на ситах. Спочатку на дугових ситах відокремлюють крохмальне молоко від мезги, потім мезга відмивається від вільного крохмалю на ряді сит. Промивання мезги здійснюють по протитоковій схемі. Відмита мезга надходить на зневоднювання і виробництво кормів.

Глютен – це частки нерозчинного білка з невеликою кількістю дрібних зерен крохмалю. На кукурудзяно-крохмальних заводах для відділення глютену застосовуються могутні сепараторні станції, де встановлена кілька десятків сепараторів.

Глютен після концентрування надходить на механічне зневоднювання і потім на висушування, після чого використовується у виробництві корму або на інші цілі.

Крохмаль, що містить залишки розчинних речовин, надходить для їхнього видалення на промивання. Промивається крохмаль 1–2 рази шляхом розведення його теплою водою (40–45 °C), зневоднювання відбувається на вакуум-фільтрах.

Крохмаль сирий, що надходить на подальшу переробку, повинний мати не більш як 0,1 % розчинних речовин, а для виробництва патоки і глюкози в ньому не повинно бути понад 0,01 % розчинного білка.

Крохмальне молоко після відділення глютену ще містить деяку кількість домішок. Тому крохмаль додатково промивають на вакуум-фільтрах. Промитий крохмаль направляють на виробництво сухого крохмалю, крохмальної патоки, кристалічної глюкози, використовують для виготовлення модифікованих крохмалів і декстрину.

Сирий крохмаль має вологість 40–52 %, з якої приблизно 12–15 % вільної і 35–38 % сорбційно-зв'язаної вологи. Вільна волога видаляється механічно – центрифугуванням, інша – сушінням. Висушу-

ють крохмаль у сушарках різних систем, використовуючи теплоносії – підігріте повітря.

Крім крохмалю з кукурудзи одержують олію, вона міститься в зародках у кількості 5–6 % до маси сухих речовин. При замочуванні зерна кукурудзи одержують екстракт, який випарюють і направляють на виробництво кормів, антибіотиків, на одержання хлібопекарських пресованих дріжджів. При поділі крохмале-білкової суспензії, крім крохмалю, одержують рідкий сход, що йде на виділення глютену. Жмих кукурудзяний – гарний корм, що складається з мезги і глютену.

Таким чином, переробка кукурудзи на крохмаль – приклад організації безвідходного виробництва, коли сировина комплексно використовується.

39.4. Властивості сортів крохмалю

За якістю картопляний крохмаль поділяють на сорти: екстра, вищий, перший і другий, кукурудзяний крохмаль – на два сорти: вищий і перший. Сорт крохмалю визначають органолептично за такими показниками: колір, люстр (це блиск, характерний для вищих сортів картопляного крохмалю). За фізико-хімічними показниками визначають кислотність і зольність.

Стандарти встановлюють загальні вимоги: вологість картопляного крохмалю 20 %, кукурудзяного 13 %. У харчовому крохмалі неприпустима наявність двооксиду сірки; хрускоту кулінарної проби клейстеру; наявність важких металів.

Крохмаль упаковують у чисті сухі ляні, джутові, або крафт-мішки масою 25, 50, 60 кг; розфасовують у целофанові або поліетиленові пакети по 100–1000 г. Пакети укладають у шухляди.

Зберігають крохмаль у чистих, сухих, добре провітрюваних приміщеннях на стелажах при температурі не вище 10–15 °С і відносній вологості повітря не більш як 70 %, тому що крохмаль гігроскопічний.

Сирий кукурудзяний крохмаль, як і картопляний, зберігатися не може і його треба зразу переробляти або висушувати.

Картопляний крохмаль висушується до рівноважної вологості 20 % (він більш гігроскопічний), кукурудзяний – 13 %. Як правило, застосовують пневматичне сушіння. Сухий крохмаль просівають через шовкову сітку № 38–55.

ГЛАВА 40.

ТЕХНОЛОГІЯ КРОХМАЛЬНОЇ ПАТОКИ

40.1. Загальна характеристика продукту і сировини

Патока – це продукт неповного гідролізу крохмалю. За зовнішнім виглядом – це безбарвна або малозабарвлена рідина жовтого кольору з високою в'язкістю. У ній значну частину займають декстрини, потім сахара – мальтоза і глюкоза. Патока застосовується в кондитерському, хлібопекарському, консервному, лікєро-горілчаному виробництвах як антикристалізатор.

У залежності від призначення і ступеня осахарювання патока буває таких видів:

- карамельна низькоосахарена (містить редукуючих речовин 30–34 % у перерахуванні на сухі речовини);
- карамельна (містить редукуючих речовин 34–44 % у перерахуванні на сухі речовини);
- глюкозна високоосахарена (містить редукуючих речовин 44–60 % у перерахуванні на сухі речовини).

У третьому виді патоки багато сахарів, тому патока використовується там, де небажано мати високий вміст декстринів. Сахара піддаються карамелізації, чим глибше гідроліз, тим інтенсивніше забарвлення патоки.

Патока використовується як антикристалізатор при одержанні карамелі. При підвищеному вмісті редукуючих речовин патока втрачає антикристалізуючі властивості. Тому глюкозна патока застосовується як цукриста речовина при виробництві варення, фруктових консервів, хлібобулочних виробів, морозива і т. ін.

Сировина, що надходить на виробництво патоки, повинна містити мінімальну кількість домішок, тому що вони впливають на хід технологічного процесу і якість патоки. Зазвичай переробляється крохмаль, що надходить з різних підприємств. Його піддають очищенню по за такою самою схемою, як і при виробництві сухого крохмалю.

40.2. Технологічна схема виробництва

На виробництво патоки крохмалю подається у вигляді крохмального молока визначеної щільності (рис. 40.1).

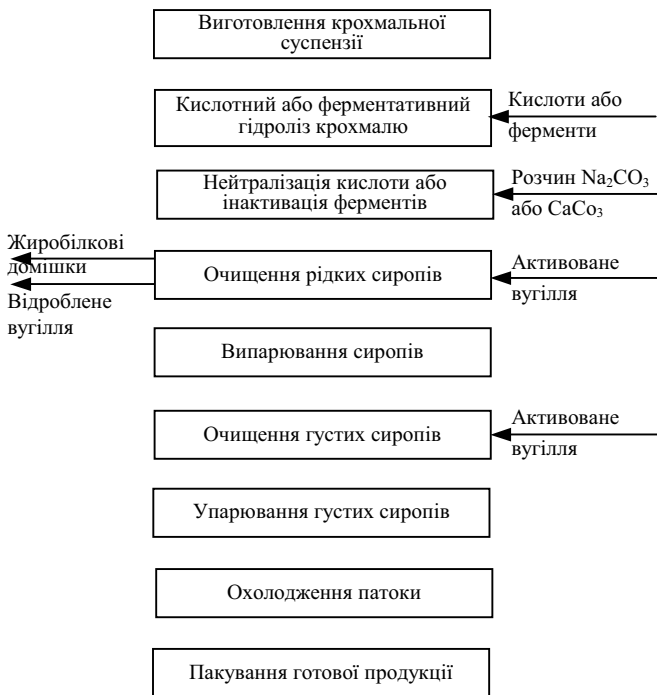
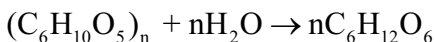


Рис. 40.1. Функціональна схема виробництва крохмальної патоки.

Гідроліз крохмалю проводять із застосуванням у якості каталізатора кислоти (соляна або сірчана), ферменту амілази або кислоти і ферменту разом. Кислотний гідроліз дешевший. У процесі гідролізу крохмаль клейстеризують, розріджують і потім оцукрюють, причому ступінь оцукрювання може бути різним у залежності від виду і призначення кінцевого продукту. Гідроліз відбувається за реакцією:



У початковій стадії гідролізу порушується структура крохмальних зерен у результаті ослаблення і розриву зв'язків між макромолекулами.

кулами амілази й амілопектину, потім розриваються зв'язки 1–4 і 1–6 і по місцю розриву приєднується молекула води. В'язкість клейстеру знижується, крохмаль розріджується.

Кислотний гідроліз проводять у конверторах періодичної дії або осахарювачах безперервної дії. Ферментативний гідроліз проводять у ферментерах.

Розглянемо гідроліз крохмалю в апаратах безперервної дії (рис. 40.2). Ці апарати забезпечують рівномірність і необхідну швидкість процесів нагрівання, клейстеризації, осахарювання, а також високу якість продукту.

Суспензію крохмалю із вмістом сухих речовин 40 % і температурою 45–55 °С зі збірника 1 підкисляють соляною кислотою (або сірчаною) зі збірника 2. Соляна кислота дозується з розрахунку 0,1–0,12 % до маси сухих речовин сировини, що переробляється. Зі збірника підкисленого крохмального молока 3 суспензія насосом послідовно подається в п'ять трубчастих теплообмінників 4, де підігрівається до температури 52–55 °С конденсатом з відводу конденсату і надходить у нагрівачі 5. Обігрівальна пара під тиском 0,45 МПа подається в міжтрубний простір кожного теплообмінника і забезпечує температуру осахарювання ~ 143 °С. Після цього клейстеризований продукт попадає в безперервно-діючий гідролізатор-осахарювач 6. Його мідні труби розташовані вертикально з підведенням продукту знизу в кожну секцію. Крани 10 використовують для спуску гідролізату.

Процес гідролізу контролюють по йодній пробі, по мірі поглиблення гідролізу забарвлення змінюється від синього на фіолетове, потім буре і, нарешті, забарвлення не змінюється – немає крохмалю.

З зони осахарювання сироп надходить у безперервнодіючий нейтралізатор 7, куди зі збірника 8 подається розчин кальцінованої соди в кількості 70–75 % від теоретично необхідного для нейтралізації кислоти:



Кількість хлористого натрію мала, вплив солі на смак неістотний.

Якщо як каталізатор застосовували сірчану кислоту, то нейтралізацію проводять карбонатом кальцію:



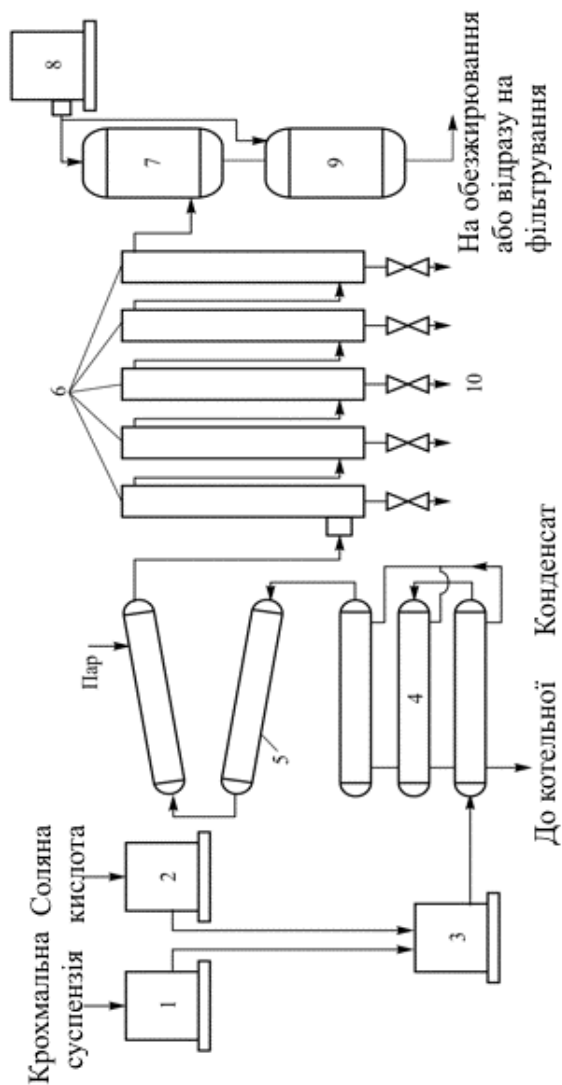


Рис. 40.2. Технологічна схема безперервного оцукрювання крохмалю:

1 – збірник крохмальної суспензії; 2 – збірник підкисленого крохмального молока; 3 – насос; 4 – теплообмінники; 5 – нагрівачі; 6 – осахарювачі; 7 – нейтралізатор; 8 – збірник кальцинованої соди; 9 – збірник остаточної нейтралізації; 10 – крани для гідролізату.

Гіпс легко видаляється при фільтрації. Температура нейтралізації 96–98 °С. Щоб сироп мав рН 4,5–4,7, у схемі передбачений збірник остаточної нейтралізації 9.

Сироп, отриманий при гідролізі кукурудзяного крохмалю, містить клейку слизувату масу, що складається з пластин білка, просочених жиром. Якщо цей жирний осад не виділити із сиропу, то при наступній фільтрації слизуваті речовини заб'ють пори фільтруючої тканини.

Осад виділяють у скимерах – апаратах-відстійниках, ефективніше це робити на сепараторах.

Далі сироп направляють на фільтрацію для відокремлення домішок, що перейшли із крохмалю (білок, клітковина й інші), і домішок, що утворились при нейтралізації. Для цієї мети застосовують різну апаратуру – фільтрпреси, вакуум-фільтри й інші. Фільтрують з додаванням діатоміту – панцирів морських водоростей.

Паточні сиропи після фільтрації являють собою прозорі рідини, жовтого кольору. До барвників паточного сиропу відносяться продукти гідролізу білків, розкладення вуглеводів, продукти реакції меланоїдиноутворення. Поряд з барвниками в сиропі містяться кислі фосфати, що обумовлюють кислотність патоки, і деякі мінеральні речовини.

Метою очищення паточного сиропу адсорбентами є повне його знебарвлення, усунення запаху, зниження кислотності.

Як адсорбенти на патокових заводах застосовують активоване вугілля. Воно добре адсорбує барвні речовини, органічні домішки і майже не видаляє мінеральні. Адсорбент видаляють фільтруванням сиропу.

Рідкі сиропи з концентрацією 35–40 % упарюють до густих з концентрацією 55–57 % у багатокорпусних випарних апаратах під вакуумом. Через невеликий температурний перепад по корпусах (перший 95–100 °С; другий ~ 86 °С; третій 65–67 °С) більше трьох корпусів у випарній установці застосовувати недоцільно.

При упарюванні відбувається потемніння сиропу, що усувається дворазовою протиточною обробкою активованим вугіллям. Перед остаточним упарюванням сиропу в патоку густий сироп пропускають через контрольні фільтр-преси для остаточного видалення зважених домішок, що залишилися.

Очищений густий сироп упарюють у вакуум-випарних апаратах до патоки із вмістом сухих речовин 78–80 %. Температура упарювання не вище 60 °С, тривалість повинна бути мінімальною – 50–55 хв.

Оскільки патока – в'язкий продукт, природне охолодження йде дуже повільно, при швидкому наростанні забарвлення за рахунок утворення барвників. Щоб цього уникнути, прагнуть швидко (протягом 40–80 хв) остудити її до температури 40–45 °С. Для цієї мети використовують спеціальні холодильники (рис. 40.3).

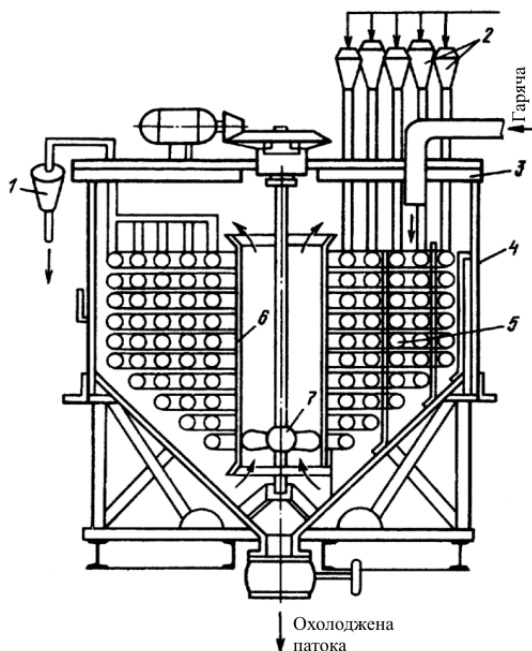


Рис. 40.3. Схема теплообмінника-холодильника для патоки:

1 – вихід охолоджуючої води; 2 – подача води; 3 – кришка резервуару; 4 – циліндричний корпус; 5 – змійовики.

Усередині теплообмінника розміщені змійовики з циркулюючої в них холодною водою. У центрі знаходиться циркулююча труба 7 і мішалка 6. Гаряча патока циркулює і, проходячи між трубами змійовиків, проохолоджується. Охолоджена патока самотпливом виходить по трубі в збірник.

Далі патоку фасують у ємності різного об'єму і відправляють до сховища для зберігання. Для великотоннажних споживачів патоку відправляють цистернами до виробництва.

ГЛАВА 41.

МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ КОНСЕРВНОЇ ПРОДУКЦІЇ В УМОВНИХ БАНКАХ

Консервовані продукти випускають в металевій, скляній, полімерній, дерев'яній і картонній тарі, яка крім того різниться за формою, розмірами і місткістю. Враховуючи різноманітність тари, що застосовується для консервування продуктів, а також для зручності планування, обліку і звітності прийнята система обчислення консервованої продукції в облікових одиницях.

Одиницями обчислення консервної продукції є облікові або умовні банки, а також масові одиниці – кілограми або тонни (для солоної, квашеної, замороженої продукції, сушених фруктів, овочів і різноманітних напівфабрикатів).

Для обчислення готової продукції в облікових одиницях застосовують два види умовних банок: об'ємну і масову.

Умовна об'ємна банка – це жерстяна банка № 8 місткістю 353,4 мл.

Умовна масова банка містить 400 г продукту.

В об'ємних умовних банках обліковують усі види консервів, вироблених з фруктів, овочів, м'яса, риби, молока.

У масових умовних банках обліковують варення, джеми, повидло, желе, маринади, фруктові та овочеві соки, соуси, пюре.

Для визначення кількості об'ємних умовних банок в тій чи іншій тарі необхідно повний об'єм цієї тари розділити на 353,4 мл. Для визначення масових умовних банок необхідно масу продукту розділити на 400 г.

При обліку умовних банок для консервованої продукції обов'язково роблять перерахунок на 12 % сухих речовин. У випадку концентрованого томатного соку перераховують на 5 % сухих речовин.

Перерахунок в умовні банки здійснюється за формулою:

$$n_{yb} = G_{\pi} C_{\pi} / C_{yb} \cdot 0,4, \quad (41.1)$$

де n_{yb} – кількість умовних банок, шт.; G_{π} – маса концентрованого соку, кг; C_{π} – концентрація концентрованого продукту, %; C_{yb} – концентрація продукту в умовних банках, % (12 % або 5 %).

Концентровані фруктові продукти (пасти, соуси, соки) переводять в умовні банки, помноживши масову одиницю (0,4 кг) концентрованого продукту на коефіцієнт, який залежить від вмісту сухих речовин (табл. 41.1).

Таблиця 41.1. Коефіцієнт переведення масової одиниці в умовні банки

Найменування продукту	Вміст сухих речовин, %	Коефіцієнт
Фруктовий соус	32	1,5
Фруктова паста	18	1,5
	25	2,0
	30	2,5
Сік мандариновий	45	4,5
Сік яблучний	55	5,0

Для зручності і швидкого перерахунку фізичних банок в умовні і навпаки для кожного виду жерстяної і скляної тари визначені перевідні об'ємні коефіцієнти (таблиці 41.2, 41.3). Для переведення фізичних банок в умовні необхідно їх кількість помножити на відповідний коефіцієнт, для переведення умовних банок у фізичні – кількість умовних банок поділити на коефіцієнт.

Таблиця 41.2. Банки металеві для консервів

Номер банки	Форма банки	Місткість банки, мл	Коефіцієнт переведення фізичних банок в умовні	Номер банки	Форма банки	Місткість банки, мл	Коефіцієнт переведення фізичних банок в умовні
1	Циліндрична	96	0,295	41	Циліндрична	404	1,154
2	—	175	0,500	42	—	442	1,263
3	—	250	0,707	43	—	443	1,263
5	—	240	0,710	44	—	566	1,611
6	—	269	0,765	45	—	767	2,191
7	—	316	0,894	46	—	2060	5,890

Продовження табл. 41.2

8	—	353	1,000	47	—	4760	13,600
9	—	364	1,030	48	—	9515	27,185
11	—	473	1,352	16	Прямокутна	101	0,285
13	—	889	2,515	17	—	159	0,450
14	—	3020	8,545	18	—	245	0,700
15	—	8760	24,914	28	—	54	0,152
20	—	153	0,425	29	—	218	0,617
21	—	129	0,358	32	—	320	0,905
22	—	139	0,400	49	—	160	0,457
23	—	191	0,565	50	—	230	0,657
24	—	93	0,266	51	—	230	0,657
34	—	69	0,197	52	—	325	0,906
35	—	96	0,295	19	Овальна	235	0,665
36	—	137	0,400	54	—	220	0,632
37	—	148	0,423	31	Еліптична	230	0,650
39	—	213	0,592	33	—	430	1,230
40	—	222	0,634	53	—	106	0,303
				55	—	260	0,743

Таблиця 41.3. Скляна консервна тара

Вид тари	Місткість банок, мл		Коефіцієнт переведення банок	
	номінальна	повна	з фізичних в умовні	з умовних у фізичні
Банка	200	225±7	0,612	1,634
	350	385±10	1,000	1,000
	500	560±15	1,530	0,654
	1000	1030±20	2,830	0,353
Бутель	2000	2080±30	5,660	0,176
	3000	3200±50	8,480	0,118
	10000	10000±150	28,300	0,035
Пляшка	200	215±7	0,500	2,000
	500	520±10	1,250	0,800

Для переведення в умовні банки продукції, яку обліковують за масовим перевідним коефіцієнтом, необхідно знати масу нетто продукту в кожному фасуванні, а для концентрованих томат-продуктів, соків, фруктових пюре, крім цього, – ще і фактичний вміст сухих речовин у готовому продукті.

У технологічних інструкціях для багатьох консервів рецептура і норми витрат сировини і матеріалів наведені на 1 т готового продукту. Для перерахунку 1 т консервів в умовні банки застосовують різні методи в залежності від того, яка умовна банка (масова чи об'ємна) прийнята для даного виду консервів. Для таких консервів як томат-продукти, фруктові і овочеві соки, маринади, повидло, джеми та інші, за умовну банку прийняли масу в 400 г. Перерахунок проводять шляхом ділення 1000 кг консервів на 0,4 кг. У випадку концентрованої продукції враховують вміст сухих речовин в умовній банці 12 %, а для концентрованого томатного соку 5 %.

Один з способів перерахунку 1 т консервів в об'ємні умовні банки полягає в тому, що масу нетто продукту фізичної банки ділять на встановлений для неї перевідний коефіцієнт, після чого 1000 кг ділять на одержану масу умовної банки.

Норму витрат сировини і матеріалів на 1 т консервів перераховують на одну тисячу умовних банок за формулами:

$$H_{y,б} = G_{тк} M / 1000K ; \quad (41.2)$$

$$H_{y,б} = G_{тк} M' , \quad (41.3)$$

де $H_{y,б}$ – норма витрат на 1 тис. умовних банок, кг; $G_{тк}$ – норма витрат на 1 т консервів, кг; M – маса нетто тисячі фізичних банок, кг; K – перевідний коефіцієнт для даної фізичної банки, кг; M' – маса нетто однієї умовної банки, кг.

У тих випадках, коли норми витрат сировини і матеріалів визначені для 1 т готового продукту, а необхідно перерахувати їх на 1 туб консервів, для яких маса умовної банки дорівнює 400 г, треба масу продукту за рецептурою поділити на 1000 і помножити на 400. Але простіше відразу масу продукції за рецептурою ділити на 2,5.

Приклад 41.1. Вироблено 4,8 т томат-пасты з вмістом сухих речовин 20 %. Визначити, якій кількості масових умовних банок це відповідає.

Розв'язок

З урахуванням того, що маса умовної банки – 400 г, а вміст сухих речовин у ній – 12 %, кількість умовних банок за формулою (41.1):

$$n_{y.б} = \frac{48000 \cdot 20}{0,4 \cdot 12} = 20000 \text{ шт.}$$

Приклад 41.2. Перевести в умовні банки 1000 фізичних скляних банок фруктових компотів. Місткість фізичної банки – 1000 мл.

Розв'язок

Перевідний коефіцієнт для скляної банки місткістю 1000 мл дорівнює 2,83 (табл. 41.3), тоді число умовних банок:

$$n_{y.б} = 10000 \cdot 2,83 = 28300 \text{ шт.}$$

Приклад 41.3. Розрахувати норму свіжих кабачків на тисячу умовних банок “Ікра кабачкова”, яка розфасована в жерстяні банки № 12. Норма витрат свіжих кабачків на 1 т ікри становить 1555,2 кг. Маса нетто жерстяної банки – 545 г.

Розв'язок

Для жерстяної банки № 12 перевідний коефіцієнт становить 1,598 (табл. 41.2).

Норму витрат сировини на 1 тис. умовних банок визначимо за формулою (41.2):

$$H_{y.б} = 1555,2 \cdot 545 / (1000 \cdot 1,598) = 530,4 \text{ кг},$$

або за формулою (41.3):

$$H_{y.б} = 1555,2 \cdot 0,34105 = 530,4 \text{ кг},$$

де 0,34105 кг – маса умовної банки:

$$545 / 1,598 = 341,05 \text{ г.}$$

Приклад 41.4. Перевести 100 туб концентрованого томатного соку, який містить 40 % сухих речовин, у фізичні жерстяні банки № 14. Маса соку в одній банці становить 3,5 кг.

Розв'язок

Маса сухих речовин у 100 000 умовних банок становить $100000 \cdot 0,4 \cdot 5$.

Маса сухих речовин в n фізичних банок буде $n_{ф.б} \cdot 40 \cdot 3,5$.

З матеріального покомпонентного балансу:

$$n_{y,6} = \frac{10000 \cdot 0,4 \cdot 5}{40 \cdot 3,5} = 1428 \text{ шт.}$$

41.2. Контрольні задачі

41.1. Вироблено 5 т томат-пасту з вмістом сухих речовин 30 %. Визначити, якій кількості масових умовних банок це відповідає.

41.2. Перевести в умовні банки 20000 фізичних банок № 3 рибних консервів.

41.3. Перевести в умовні банки 50000 скляних банок варення з масою нетто 650 г.

41.4. Перевести в умовні банки 5000 жерстяних банок томатної пасту з вмістом сухих речовин 30 % і масою 3 кг.

41.5. Перевести 30000 умовних банок з фруктовим джемом у фізичні жерстяні банки. Маса нетто продукту в одній банці – 1,2 кг.

41.6. Розрахувати кількість умовних банок, необхідну для 1 т 40 % томатної пасту.

41.7. Розрахувати кількість умовних банок, необхідну для 1 т 30 % томатного соку.

41.8. Перевести в умовні банки 40000 скляних банок варення з масою нетто продукту у кожній – 400 г.

41.9. Розрахувати норми витрат плодів і цукру на 1000 умовних банок стерилізованого джему з яблук, виходячи з норм витрат на 1 т готового продукту: яблук – 863 кг, цукру – 639 кг.

41.10. Перевести 100 туб томатного соку з вмістом сухих речовин 20 % у фізичні жерстяні банки № 41. Маса соку в одній банці – 900 г.

41.11. Перевести у фізичні банки місткістю 1000 мл 10000 умовних скляних банок фруктових компотів.

41.12. Перевести в умовні банки 10000 фізичних жерстяних банок № 2 м'ясних консервів.

41.13. Перевести в умовні банки 20000 фізичних скляних банок фруктових компотів. Місткість фізичної банки – 500 мл.

41.14. Перевести в умовні банки 1000 жерстяних банок № 13 томатної пасту з вмістом сухих речовин 40 % і масою 900 г.

41.15. Перевести в умовні банки 10000 скляних банок варення масою нетто продукту у кожній – 250 г.

41.16. Перевести 10000 умовних банок з фруктовим джемом у фізичні жерстяні банки № 11. Маса нетто джему в одній банці – 550 г.

ГЛАВА 42.

РОЗРАХУНКИ ВИХОДУ КОНСЕРВНОЇ ПРОДУКЦІЇ З РІЗНОМАНІТНИХ ВИДІВ СИРОВИНИ

Термін “Вихід готової продукції” є одним з основних для виробництва консервної продукції. Однак цей термін – неоднозначний. Вихід продукту може бути визначений як маса (об’єм) готового продукту, яка перерахована в умовні банки. В деяких випадках вихід визначають як відношення норми витрат сировини до її фактичних витрат.

Розрахунок виходу консервної продукції роблять, виходячи з:

- вмісту сухих речовин в сировині і готовому продукті;
- рецептурної закладки різних видів сировини і матеріалів;
- вмісту вологи в сировині і готовому продукті.

Для розрахунку виходу за вмістом сухих речовин треба скласти рівняння покомпонентного матеріального балансу:

$$G_c \cdot C_c = G_r \cdot C_r + G_{\text{від}} \cdot C_{\text{від}} + G_c \cdot C_c \cdot 0,01 \cdot g, \quad (42.1)$$

звідки вихід готового продукту в масовому (об’ємному) вигляді:

$$G_r = \frac{G_c \cdot C_c - G_{\text{від}} \cdot C_{\text{від}} - G_c \cdot C_c \cdot 0,01 \cdot g}{C_r}, \quad (42.2)$$

де $G_c, G_r, G_{\text{від}}$ – маса (об’єм) сировини, готового продукту і відходів відповідно, кг (л, м³); $C_c, C_r, C_{\text{від}}$ – вміст сухих речовин у сировині, готовому продукті і відходах відповідно, %; g – виробнича витрата сухих речовин, %.

При орієнтовних розрахунках виробничими витратами нехтують, або підсумовують відходи і витрати сировини у процентах до початкової маси сухих речовин у сировині. У цьому випадку з загальної кількості сировини в готовий продукт перейде G_c (кг) за мінусом кількості відходів і витрат, тобто

$$G_c - G_c \cdot \rho / 100, \quad \text{або} \quad G_c (1 - \rho / 100),$$

де ρ – сумарні відходи і витрати сировини, % до початкової маси сировини.

Вміст сухих речовин (кг) розраховуємо за формулою:

$$G_c(1 - 0,01\rho) \cdot C_c / 100.$$

Та сама кількість сухих речовин міститься і в невідомій нам кількості готового продукту G_r (кг) з вмістом у ньому C_r % сухих речовин.

Отже,

$$G_c(1 - 0,01\rho) \cdot C_c / 100 = G_r C_r / 100 ,$$

звідки

$$G_r = \frac{G_c(1 - 0,01\rho) \cdot C_c}{C_r} . \quad (42.3)$$

Для визначення виходу готового продукту в умовних банках $n_{y,6}$ потрібно масовий вираз виходу G_r з вмістом сухих речовин C_r % перевести на вміст сухих речовин, прийнятий для умовних банок, тобто 12 % (5 %), і поділити цю кількість на масу умовної банки – 0,4 кг:

$$n_{y,6} = \frac{G_r C_r}{12 \cdot 0,4}$$

або

$$n_{y,6} = G(1 - 0,01\rho) C_c / 12 \cdot 0,4 . \quad (42.4)$$

У тих випадках, коли необхідно окремо врахувати витрати на виробництві і відходи, для визначення масового виходу продукту використовують вираз витрат і відходів у вигляді складних процентів. Тоді кількість сировини, що перейшла в готовий продукт:

$$\begin{aligned} G_c - G_c \cdot 0,01\rho_1 - (G_c - G_c \cdot 0,01\rho_1) \cdot 0,01\rho_1 = \\ = G_c(1 - 0,01\rho_1)(1 - 0,01\rho_2), \end{aligned}$$

де ρ_1 – витрати сировини, %; ρ_2 – виробничі відходи, %.

Формула (42.3) перетворюється до вигляду:

$$G_r = G_c(1 - 0,01\rho_1)(1 - 0,01\rho_2) C_c / C_r . \quad (42.5)$$

Аналогічно міркуючи, одержують розрахункову формулу для визначення виходу концентрованих томат-продуктів із свіжих помідорів з урахуванням відходів з сокового екстрактора:

$$G_{\Gamma} = G_c (1 - 0,01\rho_1)(1 - 0,01\rho_2) \frac{C_c}{C_{\Gamma}} + \\ + G_{\text{від}} (1 - 0,01\rho_3)(1 - 0,01\rho_1) \frac{C_{\text{від}}}{C_{\Gamma}}. \quad (42.6)$$

Іноді вихід концентрованих томат-продуктів визначають як відношення, виражене у процентах норми витрат сухих речовин у сировині до їх фактичних витрат:

$$\phi = M_c \cdot C_n \cdot 100 / G_{\phi} C_{\phi}, \quad (42.7)$$

де ϕ – вихід продукту з сировини, %; C_n – вміст сухих речовин у помідорах, передбачений нормою, %; C_{ϕ} – вміст сухих речовин у фактично витрачених помідорах, %; G_{ϕ} – норма витрат помідорів на тисячу умовних банок, кг.

При визначенні виходу овочевих, фруктових, рибних або м'ясних консервів в умовних і фізичних банках виходять з заданої кількості сировини, відомої рецептури й відомих відходів і витрат сировини.

Припустимо, що за рецептурою у фізичну банку треба закласти m кг підготовленої сировини; відходи і витрати в процесі підготовки цієї сировини склали ρ (%). Якщо масу непідготовленої сировини прийняти за 100 %, то її масу визначають із такої пропорції:

$$\frac{G_{\text{ф.б.}} - 100\%}{m - (100 - \rho)\%} = \frac{m \cdot 100}{100 - \rho}.$$

Тоді вихід консервів у фізичних банках:

$$n_{\text{ф.б.}} = \frac{G_c}{m \cdot 100 / (100 - \rho)} = \frac{G_c (100 - \rho)}{m \cdot 100}. \quad (42.8)$$

При розрахунках виходу деяких консервів за рецептурою беруть до уваги вміст сухих речовин не тільки в основній сировині, а й у матеріалах, які йдуть на виготовлення консервів. Розглянемо це на прикладі визначення виходу повидла в масовому вираженні та в умовних банках.

Кількість сухих речовин, що надходить в апарат з пюре – $G_n \cdot C_n / 100$, з цукром – $G_{\text{ц}} \cdot C_{\text{ц}} / 100$. Отже, всього сухих речовин надійде в апарат:

$G_{\text{п}} \cdot C_{\text{п}} / 100 + G_{\text{ц}} \cdot C_{\text{ц}} / 100$,
вийде з апарата $G_{\text{пов}} \cdot C_{\text{пов}} / 100$.

Отже, вихід повидла в масовому виразі:

$$G_{\text{пов}} = \frac{G_{\text{п}} C_{\text{п}} + G_{\text{ц}} C_{\text{ц}}}{C_{\text{пов}}} . \quad (42.9)$$

Вихід повидла в умовних банках:

$$n_{y.б} = \frac{C_{\text{пов}}}{0,4} .$$

У технології консервування при обжаренні, підсушенні, в'яленні, коптінні, сушінні та інших процесах визначають вихід продукту за вмістом у ньому води до і після протікання технологічного процесу. У цьому випадку масовий вихід продукту визначають з рівняння матеріального балансу, складеного за вмістом сухих речовин до і після процесу:

$$G_{\text{с}}(100 - W_{\text{с}}) / 100 = G_{\text{т}}(100 - W_{\text{т}}) / 100 ,$$

звідки

$$G_{\text{т}} = G_{\text{с}}(100 - W_{\text{с}}) / (100 - W_{\text{т}}) . \quad (42.10)$$

Приклад 42.1. На варіння надійшло 5000 л томатної пульпи з вмістом сухих речовин 5 %. Після варіння вміст сухих речовин склав 20 %. Визначити масовий вихід 20 % томату. Густина 20 % томату – 1,085 кг/л .

Розв'язок

Об'ємний вихід визначимо за формулою (42.1), спростивши її:

$$V_{\text{т}} = 5000 \cdot 5 / 20 = 1250 \text{ л} .$$

Масовий вихід:

$$G_{\text{т}} = 1250 \cdot 1,085 = 1356 \text{ кг} .$$

Приклад 42.2. Визначити вихід томатної пасти, що містить 30 % сухих речовин, у масовому виразі та в умовних банках, одержаної з 60 т сировини з вмістом у ній 5 % сухих речовин, якщо витрати сухих речовин на виробництві становлять 5 %, а відходи (шкірка, насіння) – 4 %.

Розв'язок

Згідно з формулою (42.5) вихід у масовому виразі буде таким:

$$G_{\text{т.п.}} = 60(1 - 0,01 \cdot 5)(1 - 0,01 \cdot 4) \cdot 5 / 30 = 9,12 \text{ т.}$$

Вихід томатної пасти в умовних банках:

$$n_{\text{у.б.}} = 60000(1 - 0,01 \cdot 5)(1 - 0,01 \cdot 4) \cdot 5 / (12 \cdot 0,4) = 57000 = 57 \text{ туб.}$$

Приклад 42.3. Розрахувати в масовому виразі вихід томат-пасти з вмістом сухих речовин 30 % з 50 т свіжих помідорів з доданням 10 т відходів з сокового екстрактора. Вміст сухих речовин в свіжих помідорах – 5 %, у відходах із екстрактора – 5,6 %. Вміст шкірки і насіння у свіжих помідорах – 4 %, у відходах з екстрактора – 11 %. Втрати сухих речовин на виробництві – 5 %.

Розв'язок

Згідно з формулою (42.6) маємо:

$$G_{\text{т.п.}} = 50 \cdot (1 - 0,01 \cdot 5)(1 - 0,01 \cdot 4) \cdot 5 / 30 + \\ + 10 \cdot (1 - 0,01 \cdot 5)(1 - 0,01 \cdot 11) \cdot 5,6 / 30 = 9,18 \text{ т.}$$

Вихід в умовних банках

$$n_{\text{у.б.}} = 9180 \cdot 30 / (12 \cdot 400) = 57,4 \text{ туб,}$$

де 400 кг – маса тисячі умовних банок.

Приклад 42.4. Фактичні витрати сировини на тисячу умовних банок томат-пюре склали 1300 кг. Вміст сухих речовин у сировині – 4,5 %. Норма витрат сировини – 1100 кг, якщо вміст сухих речовин в ній становить 5 %. Визначити вихід продукції з сировини.

Розв'язок

Скористаємося формулою (42.7):

$$\phi = \frac{1100 \cdot 5 \cdot 100}{1300 \cdot 4,5} = 94 \%.$$

Приклад 42.5. Визначити вихід компоту з 20 т черешні у скляних банках місткістю 500 мл, виходячи з прийнятої рецептури – 389 г плодів на одну банку. Відходи і втрати сировини на виробництві – 10 %. Перевідний коефіцієнт для скляної банки місткістю 500 мл дорівнює 1,53.

Розв'язок

Вихід консервів у фізичних банках визначимо за формулою (42.8):

$$n_{\text{ф.б}} = 20000(100 - 10) / (0,389 \cdot 100) = 462724 \text{ шт.}$$

Вихід компоту в умовних банках:

$$n_{\text{у.б.}} = 46272 \cdot 1,53 = 70796 \text{ шт.}$$

Приклад 42.6. У варильний апарат завантажили 350 кг фруктового пюре, вміст сухих речовин у якому становить 12 %, і 235 кг цукру, вміст сухих речовин у якому – 95,8 %. Визначити вихід повидла в масовому виразі. Вміст сухих речовин у повидлі – 66 %.

Розв'язок

Скористаємося формулою (42.9):

$$G_{\text{пов}} = \frac{350 \cdot 12 + 235 \cdot 95,8}{66} = 404,7 \text{ кг.}$$

Приклад 42.7. На обжарення надійшло 2000 кг кабачків з вмістом води 94 %. Після обжарення вміст води в кабачках становив 80 %, а вміст увібраного жиру – 8 %. Визначити вихід обжарених кабачків.

Розв'язок

Знаменник формули (42.10) – $(100 - W_{\Gamma})$ – визначає вміст сухих речовин в обжареному продукті. У нашому випадку знаменник треба зменшити на значення увібраного жиру. Тоді формула (42.10) матиме такий вигляд:

$$G_{\Gamma} = \frac{G_{\text{с}}(100 - W_{\text{с}})}{100 - W_{\Gamma} - C_{\text{ж}}} = \frac{2000(100 - 94)}{100 - 80 - 8} = 1000 \text{ кг.}$$

Перевірка. Визначимо масу сухих речовин у 1000 кг обжарених кабачків: 1) надійшло із сировиною $2000 \cdot 6 / 100 = 120$ кг; 2) з увібраним жиром $1000 \cdot 8 / 100 = 80$ кг. Разом: $120 + 80 = 200$ кг. Отже вода 1000 кг обжарених кабачків буде $1000 - 200 = 800$ кг, що становить 80 % до маси обжарених кабачків.

42.2. Контрольні задачі

42.1. На варіння надійшло 2000 л томатної пульпи з змістом сухих речовин 4 %, яка уварена до вмісту сухих речовин 20 %. Визначити об'ємний і масовий вихід 20 % томату. Густина 20 % томату – 1,085 кг/л.

42.2. Визначити вихід компоту з 10 т вишні у скляних банках місткістю 500 мл, виходячи з рецептури: на одну банку необхідно 390 г ягід. Відходи і втрати сировини на виробництві становлять 10 %. Перевідний коефіцієнт для скляної банки місткістю 500 мл дорівнює 1,53.

42.3. Визначити вихід компоту з 10 т фруктів у скляних банках місткістю 3000 мл, виходячи з рецептури: на одну банку необхідно 2 кг фруктів. Відходи і втрати сировини на виробництві становлять 10 %. Перевідний коефіцієнт для скляної банки місткістю 3 л дорівнює 8,48.

42.4. Визначити вихід компоту з 50 т ягід у скляних банках місткістю 1 л, виходячи з рецептури: на одну банку необхідно 450 г ягід. Відходи і втрати сировини на виробництві становлять 10 %. Перевідний коефіцієнт для скляної банки місткістю 1 л дорівнює 2,83.

42.5. У варильний апарат завантажили 300 кг фруктового пюре з вмістом сухих речовин 15 % і 200 кг цукру з вмістом сухих речовин 96 %. Визначити вихід повидла в масовому виразі, якщо вміст сухих речовин в ньому становитиме 70 %.

42.6. Визначити вихід повидла в умовних банках, якщо у варильний апарат завантажили 400 кг фруктового пюре з вмістом сухих речовин 12 % і 270 кг цукру з вмістом сухих речовин 95 %. Вміст сухих речовин у повидлі – 68 %. Перевідний коефіцієнт – 1,53.

42.7. Визначити вихід повидла в масовому виразі і в умовних банках, якщо у варильний апарат завантажили 350 кг фруктового пюре з вмістом сухих речовин 13 % і 225 кг цукру з вмістом сухих речовин 96 %. Вміст сухих речовин в повидлі – 67 %. Перевідний коефіцієнт – 1,53.

42.8. Визначити вихід підсушеної риби з вологістю 60 % при виготовленні рибних консервів, якщо надійшло 1000 кг риби з вологістю 80 %.

42.9. Визначити вихід обжарених овочів, якщо на обжарку надійшло 1000 кг овочів з вологістю 92 %. Після обжарення вологість овочів становила 80 %, вміст увібраного жиру – 5 %. Перевірити правильність розв'язання.

42.10. На обжарення надійшло 10 кг моркви вологістю 87 %, вміст жиру в обжареній моркві – 10 %, маса обжареної моркви становить 5 кг. Визначити вологість обжареної моркви.

42.11. Визначити в масовому виразі і в умовних банках вихід томатної пасти з вмістом сухих речовин 20 %, виробленої з 50 т сировини, що містить 15 % сухих речовин. Втрати сухих речовин на виробництві становлять 5 %, а відходи (шкірка і насіння) – 4 %.

42.12. Визначити в масовому виразі та умовних банках вихід томатної пасти з вмістом сухих речовин – 40 %, з виготовленої – 100 т свіжих помідорів та 20 т відходів з сокового екстрактора. Вміст сухих речовин у свіжих помідорах – 5 %, у відходах з екстрактора – 6 %. Вміст шкірки і насіння у свіжих помідорах – 4 %, у відходах з сокового екстрактора – 11,5 %. Втрати сухих речовин на виробництві становили 5 %.

42.13. Визначити в умовних банках вихід томатної пасти з вмістом 35 % сухих речовин, виробленої з 60 т свіжих помідорів та 12 т відходів з сокового екстрактора. Вміст сухих речовин у свіжих помідорах – 6,5 %, у відходах з екстрактора 7 %. Вміст шкірки і насіння в свіжих помідорах – 4,5 %, у відходах з екстрактора – 11,3 %. Втрати сухих речовин на виробництві – 5,5 %.

ГЛАВА 43.

РОЗРАХУНКИ НОРМ ВИТРАТ СИРОВИНИ І МАТЕРІАЛІВ НА ВИРОБНИЦТВІ КОНСЕРВІВ

На усі види консервів встановлені норми витрат сировини і матеріалів відповідно до технологічних інструкцій. Фактичні витрати сировини і матеріалів на одиницю виробленого продукту можуть відрізнятися від нормативних, бо залежать від якості сировини і матеріалів, а також кількості відходів і виробничих витрат на даному підприємстві. Крім того, кожен вид сировини для виробництва консервів має свої особливості, які повинні бути враховані при розрахунках норм витрат сировини і матеріалів.

Найпростішою є методика розрахунку витрат сировини на умовну банку консервів, до складу яких входить лише один компонент. У цьому випадку, прийнявши норму витрат сировини $B_{н.с}$ за 100 %, а масу продукту в умовній банці $m_{y.б}$ за $(100 - p)$ %, маємо:

$$B_{н.с} = \frac{m_{y.б} \cdot 100}{100 - p}, \quad (43.1)$$

де p – сумарні відходи і витрати при переробці сировини, %.

Якщо виробничі витрати і відходи на кожній операції технологічного процесу відомі у процентах до маси сировини, що надійшла на дану операцію, норму витрат сировини визначають за формулою:

$$B_{н.с} = G \cdot 100^n / \prod_{i=1}^n (100 - p_i), \quad (43.2)$$

де G – маса одиниці готової продукції, кг; p_i – сумарні відходи і виробничі витрати на i -й операції, %; n – число операцій.

Коли відходи і виробничі витрати сировини і матеріалів визначені у процентах до їхньої початкової кількості (прості проценти), то їх можна підсумовувати. Якщо ж вони визначені щодо кількості напівпродуктів, які надійшли на кожну операцію (складні проценти), їх підсумовувати не можна.

Методики розрахунку норм витрат сировини і матеріалів багатоконпонентних консервів ґрунтуються на рецептурі. Необхідно знати кількість закладених у банку компонентів або за масою, або за

співвідношенням. У цьому випадку формула (43.1) перетворюється до вигляду:

$$B_{H.j} = G_j \cdot 100 / (100 - P_j), \quad (43.3)$$

де $j = \overline{1, k}$ – індекс компонента, що закладений у банку; $B_{H.j}$ – норма витрат j -го компонента, г; G_j – маса j -го компонента, закладеного в банку, г; P_j – сумарні втрати і відходи j -го компонента, %.

Для визначення норми витрат сировини на тисячу умовних банок різноманітних соків і паст необхідно знати вміст сухих речовин у сировині, а також значення відходів і втрат на виробництві. Тоді формула (14.4) перетворюється до вигляду:

$$B_{н.с} = 12 \cdot 400 / (1 - 0,01 p) C_c, \quad (43.4)$$

де $B_{н.с}$ – норма витрат сировини на 1000 умовних банок консервів, кг; 12 – вміст сухих речовин в умовній банці, %; 400 – маса консервованої продукції у 1000 умовних банок, кг; p – сумарні відходи і втрати на виробництві, %; C_c – вміст сухих речовин у сировині, %.

Якщо вихідна сировина (пюре, сік тощо) містить сухих речовин менше 12 %, то її перераховують на 12 % сухих речовин, при цьому кількість цукру залишається без зміни.

За необхідності окремого урахування відходів і втрат формула (14.5) перетворюється до такого вигляду:

$$B_{н.с} = 12 \cdot 400 / (1 - 0,01 p_1)(1 - 0,01 p_2) C_c, \quad (43.5)$$

де p_1 – втрати сировини, %; p_2 – виробничі відходи, %.

Решта позначень аналогічна позначенням формули (43.4).

При розрахунках норми витрат на 1000 умовних банок концентрованого соку у формулі (43.5) вказують не 12 % сухих речовин, а 40 %.

Для запобігання зацукровуванню не пастеризованого варення у ньому повинно міститися 30–40 % редукуючих сахарів (інвертний цукор); у пастеризованому варенні – до 50 %. Для досягнення такого вмісту редукуючих цукрів під час приготування у варення додають патоку (до 15 % від маси цукру) у вигляді цукрово-паточного сиропу в передостаннє варіння, або інвертний сироп, приготований із сахарози

та лимонної або винної кислоти. Кількість інвертного сиропу розраховують, використовуючи рівняння покомпонентного балансу:

$$G_{\Pi}(100 - W_{\Pi}) = G_{i.c.}(100 - W_{i.c.}),$$

звідки кількість інвертного сиропу, необхідного для заміни патоки, визначають за формулою:

$$G_{i.c.} = G_{\Pi}(100 - W_{\Pi}) / (100 - W_{i.c.}), \quad (43.6)$$

де G_{Π} – маса патоки, кг; W_{Π} – вологість патоки, %; $G_{i.c.}$ – маса інвертного сиропу, кг; $W_{i.c.}$ – маса інвертного сиропу, %.

Приклад 43.1. Розрахувати норму витрат сировини, солі, цукру і лимонної кислоти на 1 туб консервів “Морква гарнірна”.

Співвідношення компонентів у банці при укладенні згідно з інструкцією таке: морква – 60 %, залив – 40 %. Рецепт залив (у %): цукор – 5; сіль – 0,5; лимонна кислота – 0,25. Маса продукту в умовній банці – 340 г. Сумарні відходи і втрати моркви – 20 %, розсолу – 2 %.

Розв’язок

Формула (43.3) дає розрахунок норм витрат сировини на одну умовну банку. Для розрахунку на 1 туб введемо у формулу коефіцієнт 1000:

$$B_{\text{н.м}} = 1000 \cdot \frac{340 \cdot 0,6 \cdot 100}{100 - 20} = 255000 \text{ г} = 255 \text{ кг};$$

$$B_{\text{н.ц}} = 1000 \cdot \frac{340 \cdot 0,4 \cdot 0,05 \cdot 100}{100 - 2} = 6900 \text{ г} = 6,9 \text{ кг};$$

$$B_{\text{н.с}} = 1000 \cdot \frac{340 \cdot 0,4 \cdot 0,005 \cdot 100}{100 - 2} = 690 \text{ г} = 0,69 \text{ кг};$$

$$B_{\text{н.л.к}} = 1000 \cdot \frac{340 \cdot 0,4 \cdot 0,0025 \cdot 100}{100 - 2} = 350 \text{ г} = 0,35 \text{ кг}.$$

Приклад 43.2. Визначити норми витрат помідорів, що містять 5 % сухих речовин, на одержання 80 туб томатної пасти з вмістом сухих речовин 30 %, якщо втрати сухих речовин на виробництві становлять 5 %, а відходи – 4 %. Який масовий вихід томатної пасти при цьому буде?

Розв'язок.

- 1) Норму витрат помідорів визначимо за формулою (43.5):

$$B_{\text{н.п}} = \frac{80 \cdot 12 \cdot 400}{(1 - 0,01 \cdot 5)(1 - 0,01 \cdot 4) \cdot 5} = 81632 \text{ кг} \approx 81,6 \text{ т.}$$

- 2) Масовий вихід томатної пасты

$$G_{\text{т.п.}} = 81,6(1 - 0,01 \cdot 5)(1 - 0,01 \cdot 5) \cdot 5 / 30 = 12,4 \text{ т.}$$

43.2. Контрольні задачі

43.1. Розрахувати норму витрат сировини, солі, цукру та оцтової есенції на 1000 умовних банок консервів “Помідори мариновані слабо кислі”.

Відповідно до інструкції співвідношення компонентів такі: помідори – 57 %; залив – 43 %. Залив містить 4,8 % солі, 4,6 % цукру, 1 % оцтової кислоти. Сумарні втрати і відходи помідорів становлять 8 %; втрати солі, цукру, оцтової есенції – по 2 %. Для маринадів умовна банка становить масу в 400 г. Оцтова есенція є 80 % оцтова кислота.

43.2. Розрахувати норми витрат плодів і цукру на 1000 умовних банок сливового повидла. Рецептúra повидла: на 100 кг цукру беруть 150 кг сливового пюре. Вміст сухих речовин у плодах – 15 %, в пюре – 13 % (внаслідок розбавлення конденсатом при ошпаренні плодів), в повидлі – 67,5 %, в цукрі – 99,85 %. Втрати і відходи плодів при виробництві пюре 11 %, втрати пюре при варінні повидла – 1,5 %, втрати цукру – 0,85 %.

43.3. Визначити кількість інвертного сиропу вологістю 35 %, необхідного для заміни 2 кг патоки вологістю 22 %.

43.4. Розрахувати норму витрат м'яса на 1000 умовних банок консервів “Гуляш яловичий”, якщо маса м'яса в банці місткістю 0,5 л – 400 г, а перевідний коефіцієнт для неї становить 1,53 (табл. 13.3). Втрати і відходи жилованого м'яса на операції різання – 0,3 %, на операції обжарювання – 43 %.

43.5. Розрахувати норму витрат м'яса на 1000 умовних банок № 9 (табл. 13.2) консервів “Паштет м'ясний”. У банці № 9 бланшированого м'яса міститься 224 г. Перевідний коефіцієнт – 1,078. Втрати і відходи м'яса на різних операціях становлять (у %): зберігання – 1,5;

зачищення – 0,5; обвал – 22; жилування – 4; різання на шматки – 0,2; бланширування – 40; підрівнення – 0,2; фасування – 0,3.

43.6. Розрахувати норму витрат солодкого перцю на 1000 умовних банок перцевого пюре. Маса нетто умовної банки – 350 г. Сумарні втрати і відходи при переробці перцю становлять 40 %.

43.7. Розрахувати норму витрат солодкого перцю на 1000 умовних банок перцевого пюре. Втрати і відходи у процентах до маси сировини, що надійшла на кожну операцію: зберігання – 2,5; миття та інспекція – 5,4; чистка – 28,6; бланширування – 6; укладання в банки – 3,2. Маса нетто умовної банки – 350 г.

43.8. Розрахувати норму витрат сировини і цукру на 1 туб компоту з абрикосів при фасуванні в банку місткістю 1 л. Відповідно до рецептури в банку входить 740 г абрикосів (половинками), 280 г сиропу з концентрацією цукру 50 %. Сумарні втрати і відходи сировини становлять 14 %, втрати цукру – 1,5 %. Перевідний коефіцієнт для банки місткістю 1 л в умовні банки – 2,83.

43.9. Розрахувати норму витрат риби севрюга і рослинної олії на тисячу умовних банок консервів “Севрюга копчена в маслі”, що розфасована у жерстяні банки № 8 масою нетто 340 г.

Відповідно до рецептури співвідношення складових компонентів при укладанні повинно бути таким: риби – 80 % або 272 г, олії – 20 % або 68 г. Сумарні втрати і відходи севрюги становлять 56,5 %, олії – 8 %.

43.10. Визначити витрати свіжих помідорів на 1 т концентрованого соку з вмістом сухих речовин 40 %. Відходи з екстрактора – 35 %, втрати сухих речовин на виробництві – 3 %. Вміст сухих речовин у сировині – 4,8 %.

ГЛАВА 44.

ТЕХНОЛОГІЯ ШОКОЛАДНИХ ВИРОБІВ

44.1. Загальна характеристика виробів

Шоколадні вироби відносять до кондитерських, вони і складаються із шоколадної маси, яка є колоїдною системою, а дисперсним середовищем в ній є какао.

Шоколадна маса – це напівфабрикат, який одержують змішуванням цукрової пудри з какао-маслом, какао-тертим і додатками. Із шоколадної маси без додатків одержують натуральний шоколад, а з додатками – шоколад з додатками. Вони можуть бути як звичайними, так і десертними. У десертному шоколаді велика дисперсність часток.

Промисловість випускає як товарний какао-порошок, що йде на приготування напою, так і виробничий какао-порошок, що використовують як напівфабрикат при виготовленні цукерок й інших виробів.

Какао продукти одержують з какао-бобів на спеціалізованих фабриках або в цехах, що виробляють шоколад. Сучасне виробництво какао-продуктів високоомеханізоване й автоматизоване.

44.2. Какао-боби як сировина шоколадного виробництва

Какао-боби це насіння какао-дерева, що росте в тропічній частині Америки й Африки й у невеликих кількостях на островах Індійського і Тихого океанів (країни Азії й Океанії).

Какао-боби за своїми якісними ознаками підрозділяються на дві групи: сортові, що мають ніжний смак і приємний тонкий аромат з безліччю відтінків (Ява, Тринідат і ін.), та споживчі (ординарні), що мають гіркий, терпкий, кислуватий смак і сильний аромат. До цієї групи відносять всі африканські сорти й американські сорти Байя і Пара.

Какао-дерево досягає 15 м висоти, починає плодоносити через 3–5 років. Плоди розташовуються по стовбуру і великих гілках. Довжина їх 25 см, діаметр 10 см. Забарвлення переважно жовто-зелене, золоте або жовтогаряче.

Плід какао (рис.44.1) складається з оболонки товщиною 15–20 мм і червонясто-жовтої м'якоті (пульпи), усередині якої розташова-

ні п'ятьма подовжніми рядами 30–50 мигдалеподібних насінин (бобів) довжиною близько 2,5 см.

Біб складається з чотирьох частин: твердого ядра, що утворене двома сім'ядолями, двопелюсткового зародка (паростка), нижньої сріблястої плівки (ендосперму); твердої оболонки – какаовелли.

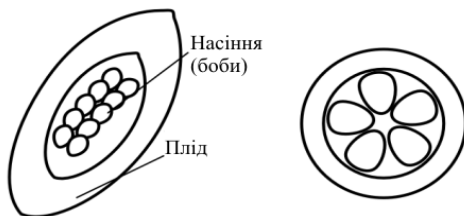


Рис. 44.1. Плід какао-дерева.

Какао-боби свіжезібраних плодів, звільнені від м'якоті, не мають смакових й ароматичні властивостей, характерних для шоколаду і какао-напою. З метою поліпшення смаку й аромату какао-бобів і кращого звільнення від м'якоті їх піддають на плантаціях ферментації і сушінню.

До складу свіжих какао-бобів входить жир (какао-масло) 52–56 %; теобромін 0,8–1,5 % маси сухих речовин; кофеїн – незначні кількості; вуглеводи (крохмаль 15–9 % сухих речовин, цукру 1–1,6 % сухих речовин); білки (альбумін і глобулін) 10,3–12,5 %; какаовелла – 13,5 %; дубильні речовини, барвники й ароматичні речовини, мінеральні солі, волога, вітаміни, різні ферменти й інші, ще не ідентифіковані речовини.

Речовини, що утримуються в сирих какао-бобах, під час ферментації і наступної термічної обробки перетворюються і з'являються нові з'єднання, що впливають на смакові й ароматичні властивості готового шоколаду. Це в основному сахара, амінокислоти і флавоноїди (дубильні речовини). Після нагрівання цих з'єднань з'являється явно виражений шоколадний запах.

44.3. Ферментація какао-бобів

Ферментація є первісною стадією обробки свіжих какао-бобів і проводиться безпосередньо на плантаціях у місцях збору врожаю.

Свіже насіння, звільнене від м'якоті, складають у дерев'яні шухляди, земляні ями або насипають у купи і зверху вкривають шаром бананового листа. Тривалість ферментації вибирається залежно від сортових особливостей бобів. Так, для сортових вона складає 2–3 дні, споживчих – 5–7 днів. За цей час прилиплі до бобів залишки м'якоті розкладаються, температура в масі бобів підвищується до 45–50 °С. До кінця першої доби, коли температура досягає 32–33 °С, боби добре перемішують для їх рівномірної ферментації у всіх шарах. Удруге їх перемішують до кінця другої доби, коли температура бобів складає 37–38 °С. До кінця третьої доби ферментації температура досягає 45–50 °С.

У початковий період ферментації в пульпі, що заповнює простір між бобами, в анаеробних умовах відбувається спиртове бродіння під дією мікроорганізмів, що до неї попадають ззовні. Протягом наступних 24 годин унаслідок кращої аерації маси спиртове бродіння переходить в ацетокисле. У результаті екзотермічних реакцій, що протікають, утворюється двооксид вуглецю і вода:



У результаті ферментації пульпи (зовнішня ферментація) створюються передумови для ферментативних реакцій у самих какао-бобах (внутрішня ферментація). У насіннях какао-бобів відбуваються біохімічні, ферментативні і хімічні процеси. У результаті цих процесів змінюється окрас бобів від білого або фіолетового до коричневого або коричнево-червоного й утворюються з'єднання, що обумовлюють наступне утворення смакових і ароматичних речовин, зм'якшується гіркий і терпкий смак. При ферментації какао-боби очищаються від плодової м'якоті й у результаті дії на зародок тепла, оцтової кислоти і спирту втрачають схожість.

Поліфеноли, білки і цукри служать основними субстратами для дії ферментів при ферментації. Разом з тим крохмаль і какао-масло не зазнають змін.

Какао-боби, які пройшли ферментацію, піддають сушінню. Під час сушіння відбувається не тільки видалення вологи, а й завершення

біохімічних, ферментативних процесів, тому сушіння проводиться при температурі, що не руйнує відразу ферментів. Оптимальна температура сушіння близько 40 °С.

Сушіння сприяє подальшому поліпшенню смакових якостей, появі повноцінного аромату і посиленню забарвлення какао-бобів. Боби сушать на сонці, або нагрітим повітрям, або паром до вологості 6 – 7 %.

44.4. Зберігання какао-бобів

Какао-боби зберігаються до надходження на переробку в умовах, що забезпечують збереження їхніх смакових достоїнств і виключають можливість підвищення вологості, яка сприяє розвитку цвілі і псуванню бобів. Повинна бути виключена можливість зараження бобів мікроорганізмами і комахами.

Приміщення, призначені для зберігання какао-бобів, повинні бути просторими, світлими, добре провітрюваними й ізольованими від інших виробничих приміщень.

Раціональним способом зберігання какао-бобів є зберігання їх у силосах. Дотримуються кращі санітарно-гігієнічні умови, стає можливою автоматизація процесу зберігання і дистанційне керування подачею какао-бобів на виробництво.

Силоси повинні бути зовні покриті ізоляційним матеріалом, щоб уникнути дії вологи і підвищеної температури, обладнані термовимірювальними приладами, приладами для вимірювання рівня, системою вентиляції і пристроями для боротьби з комахами-шкідниками.

Какао-боби перед надходженням у силоси очищуються в сепараційній сортувально-очисній машині від сторонніх домішок, дроблених і ламаних бобів.

Найбільш небезпечним шкідником какао-бобів і шоколадних виробів є шоколадна вогньовка-міль какао (*Acrocerope cramerelle*). За зовнішнім виглядом вона нагадує платяну міль, але має сірий колір.

У сховищах на шоколадних фабриках зустрічається міль тропічна, домашня, борошняна і міль, що розвивається на сухих фруктах.

Міль боїться світла і підвищеної температури. При температурі 60 °С протягом 10 хв усі форми шоколадної молі-вогнівки гинуть. На підставі цього для охорони фабричних складів і цехів від зараження вогнівкою бажано кожну підозрілу партію какао-бобів перед подачею

на зберігання піддавати ретельній тепловій дезинсекції або обробці газоподібними фумигантами. Найбільш дієвим методом боротьби з міллю є кондиціонування повітря і провітрювання приміщень.

44.5. Переробка какао-бобів у крупку

44.5.1. Сорткування й очищення какао-бобів

Какао-боби, що надходять на підприємство, засмічені постійними механічними домішками (пісок, камінчики, волокна мішковини, металеві домішки і т.п.), від яких вони повинні бути очищені.

Поряд з цілими какао-бобами можлива наявність дроблених ядер і какаовелли, недорозвинених, з меншим вмістом жиру, здвоєних, зтроєних бобів. З метою досягнення рівномірного обжарювання необхідне відділення какао-крупки і ядер, що відрізняються за розмірами від основної маси насіння.

У випадку безтарного зберігання какао-бобів вони піддаються перед подачею до бункерів попередній обробці на сортувально-очисних машинах або сепараційних столах. При збереженні какао-бобів у мішках очищення і сорткування їх проводять безпосередньо перед обжарюванням.

Сучасні очисні сортувальні машини дають 7 фракцій: 1 – камінці й інші важкі домішки; 2 – пісок; 3 – легкі домішки, що включають дрібні частки какаовелли; 4 – брухт; 5 – злиплі боби і великі домішки; 6 – великі частки какаовелли і тощі боби; 7 – відсортовані какао-боби нормального розміру.

Вихід чистих відсортованих бобів складає 98–98,7 %; склеєних і ламаних бобів – 1 %; безповоротні втрати (сміття, пил і ін.) – 0,3–1 %.

Очищені боби надходять на термічну обробку (обжарку). Склеєні і ламані боби піддають обжарці окремо від цілих бобів, а після обжарки додають їх до відсортованих обсмажених бобів і разом з ними направляють на подальшу переробку.

44.5.2. Термічна обробка какао-бобів (обжарка)

Термічна обробка какао-бобів є найбільш відповідальною технологічною операцією, від якої в значній мірі залежить якість одержуваного готового продукту. Пояснюється це важливим значенням складних і недостатньо вивчених фізичних і хімічних процесів, що проті-

кають усередині ядра какао-бобів при їхній термічній обробці. Зміни ці поліпшують смакові якості, аромат, колір і технологічні властивості бобів (підвищується крихкість ядра й какаоелли), необхідні для їхньої наступної обробки і поділу ядра та какаоелли.

Під час обжарювання відбуваються кількісні і якісні зміни окремих складових частин какао-бобів: вологи, дубильних речовин-барвників, органічних кислот, білків, цукрів та ін.

Вміст вологи в необсмажених бобах коливається в межах 6–8 %, в обсмажених – 2–3 %. Така вологість забезпечує гарні технологічні властивості бобів і крупки, тому що вологість какао-крупки, яку одержують з обсмажених бобів, також коливається в цих межах. Це також забезпечує більш ефективне здрібнювання крупки на розмільних апаратах, високу дисперсність одержуваної маси і тим краще протікають процеси пресування і відокремлення какао-масла. При цьому більш повно проходять хімічні перетворення органічних сполук і утворення ароматичних речовин.

Зниження вологості нижче 1 % погіршує технологічні властивості какао-бобів.

Обсмажені какао-боби й одержана з них крупка дуже гігроскопічні, тому не рекомендується їх накопичувати на виробництві, необхідно відразу ж направляти на подальшу переробку.

При обжарюванні відбувається денатурація білка, цукрообмінна реакція (реакція Майєра), що приводить до появи різних летучих речовин, здатних створити аромат; утворюються і нелетучі речовини – меланоїдини.

Для термічної обробки какао-бобів можуть бути використані різні способи: конвективний, кондукційний, високочастотний.

На вітчизняних підприємствах знайшов широке поширення конвективний спосіб, наприклад, в сушарках шахтного типу або в сушарці STR швейцарської фірми «Бюлер».

Температурний режим у гарячій зоні точно регулюється в межах 80–150 °C і підтримується на заданому рівні автоматично. Регулюється також і час перебування продукту. Температура внутрішніх шарів бобів досягає до кінця нагрівання 94–104 °C і знижується при охолодженні до 35–36 °C.

Вологість какао-бобів на виході із сушарки STR 2–2,5 %.

44.5.3. Одержання крупки

Обсмажені й охолоджені какао-боби мають достатню крихкість і можуть бути легко роздроблені і звільнені від какаовелли.

Ядра бобів мають коміркувату структуру і при натисненні розділяються на частки різних розмірів, які називають у виробництві какао-крупкою. Какао-крупку одержують двома способами. По першому способу відбувається відділення какаовелли від ядра в спеціальних агрегатах. По другому способу здійснюється здрібнювання какао-бобів на дробильно-сортувальних машинах і відвіювання какаовелли.

У залежності від конструкції машин одержувана крупка може бути однорідною за розміром і майже не містити пилу і дріб'язку або складатися з часток різних розмірів, які розділяються на 6–8 фракцій.

З одного кінця какао-бобу розташований паросток діаметром 1 мм і довжиною близько 4 мм, що містить близько 3,5 % жиру і близько 3 % клітковини. Паросток, вміст якого в какао-бобах складає 0,8–0,9 %, має велику твердість і важко подрібнюється, тому не повинен застосовуватися в шоколадному виробництві, як і какаовелла. Для відділення паростків використовують трієри.

Дробильно-сортувальні машини характеризуються широким діапазоном продуктивності (200–2000 кг/год) і можуть задовольняти потреби підприємств різної потужності.

44.5.4. Переробка крупки в какао терте

Одержання какао тертого – основного компонента шоколадної маси – здійснюється шляхом розмелу какао-крупки. При розмелі відбувається розрив клітинної тканини на сім'ядолі бобів і вивільнення вмісту кліток, у першу чергу какао-масла. Це і є основною метою розмелу.

Процес розмелу супроводжується нагріванням продукту (105–110 °С), що викликає плавлення какао-масла, завдяки чому виходить маса какао тертого напіврідкої консистенції. Какао терте є суспензією, у якій дисперсійним середовищем служить какао-масло (вміст якого в середньому складає 54–56 %), а дисперсною фазою – обривки клітинних стінок, крохмальні зерна і білкові речовини.

Розмел крупки до какао тертого здійснюється на млинах різної конструкції і типів: ударно-штифтових млинах (дезінтеграторних

установках), восьмивалкових млинах, трьохвалкових комбінованих млинах з дисковими здрібнювачами й ін. Найбільше поширення в даний час на кондитерських фабриках одержали дезінтеграторні установи.

Устаткування, що застосовують для розмелу крупки, повинно забезпечити одержання часток розміром, які не перевищують декількох десятків мікрметрів.

Ефективність процесу розмелу крупки може бути охарактеризована величиною в'язкості какао тертого при заданому вмісті сухих речовин: чим менше в'язкість какао тертого, тим повніше розкриті клітин, повніше звільнено какао-масло і менше роздроблені і зруйновані стінки клітини.

В'язкість какао тертого є найбільш важливим показником його технологічних властивостей. Чим менша в'язкість какао тертого, тим легше воно змішується з цукром, легше подрібнюється, легше видаляються кислоти, волога. В'язкість какао тертого дуже впливає на процеси обробки і формування шоколаду: чим нижча в'язкість оброблюваних шоколадних мас, тим легше протікає процес готування шоколаду.

Вихід какао тертого з маси сирих какао-бобів залежить від втрат, відходів, що по технологічних стадіях складають (у %): сортування какао-бобів – 0,5–1,0; обжарювання або сушіння какао-бобів – 4,5–5,0; готування какао тертого – 0,4; готування какао-крупки (дроблення й очищення какао-бобів) – 11,0–12,0.

Відповідно до уніфікованих рецептур на 1600 кг какао тертого витрачається 1219,51 кг несорттованих бобів, тобто вихід какао тертого складає близько 82 %.

Какао терте перед використанням у виробництві шоколаду піддається вимішуванню при температурі 85–90 °C в збірниках, що теперують. При цьому відбувається деяке зниження вологості і в'язкості какао тертого.

44.6. Одержання какао-масла і какао-порошку

Частина какао тертого надходить у рецептурні змішувачі для готування шоколадної маси, інша частина направляється на пресування для віджиму какао-масла (рис. 44.2.), а з жмиху виробляється какао-порошок. Отримане масло додається в рецептуру шоколадної маси.

Необхідність одержання какао-масла і додавання його в рецептуру шоколаду диктується такими міркуваннями. У шоколадній масі для виготовлення з неї виробів кількість какао-масла 34–36 %, а для глазури – небагато більше (для забезпечення більшої її плинності). У какао тертому розрахункова кількість какао-масла 54 %, а якщо врахувати, що в шоколаді міститься ще й цукор у співвідношенні з какао тертим приблизно 2 : 1, то виявиться, що какао-масла буде не більш як 18 %. Отже, для забезпечення в шоколаді 35–38 % какао-масла, його необхідно додати, готуючи шоколадну масу.

Крім того какао-масло використовується в медичній і парфумерній промисловості.

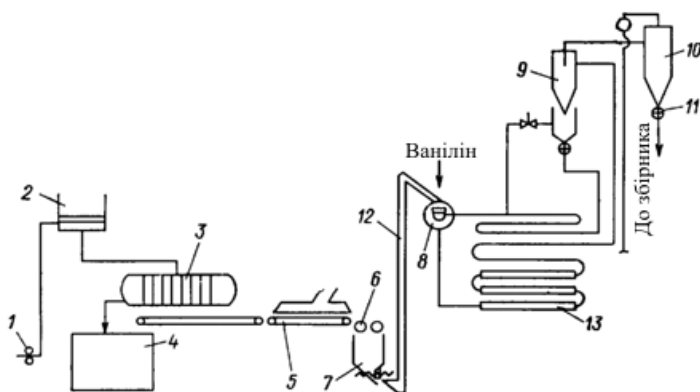


Рис. 44.2. Технологічна схема отримання какао-масла і какао-порошку:
1 – насос; 2 – дозатор; 3 – прес; 4 – збірник; 5 – конвейер; 6 – дробарка; 7 – охолоджуюча камера; 8 – штифтовий млин; 9 – класифікатор; 10 – циклон;
11 – шлюзовий затвор; 12 – норія; 13 – охолоджувач.

Для одержання какао-масла какао терте піддають пресуванню на гідравлічних пресах. При цьому утворюються два продукти: какао-масло і жмих, що є напівфабрикатом для виготовлення какао-порошку. До якості какао-порошку пред'являються вимоги, обумовлені використанням його як живильного напою.

Технологічна обробка какао тертого, підготовка його до пресування полягає в тім, що какао терте протягом декількох годин ретельно вимішують і нагрівають до температури 85–90 °С. У результаті механічного і теплового впливу знижується вологість і зменшується в'я-

зкість какао тертого. Тонка дисперсність какао тертого повинна бути забезпечена при розмілі какао-крупки.

При охолодженні какао-масла до температури нижче 20 °С воно здобуває кристалічну структуру, стає твердим і крихким, надаючи такі ж властивості шоколадові, у якому більш третини складу приходить на какао-масла.

Основна маса какао-масла складається з триглицеридів, що за хімічною будовою являють собою складні ефіри гліцерину і жирних кислот.

Особливості какао-масла, що дозволяють віднести його до числа найбільш цінних харчових жирів, визначаються структурою триглицеридів, властивостями складових їхніх жирних кислот, тому що трьохатомний спирт гліцерин однаковий у всіх жирах.

Триглицериди какао-масла різнокислотні, тобто в них гідроксиди гліцерину етерифіковані двома або трьома кислотами, наприклад, гліцерид стеародиолеїн або пальмітостеаролеїн, діпальмітоолеїн і ін. Зустрічаються як симетричні, так і несиметричні триглицериди.

Жмих, що залишається при віджимі какао-масла, є напівфабрикатом для виробництва какао-порошку. З какао-порошку готують напій какао. Він являє собою суспензію, стійкість якої залежить від розмірів твердих часток, що знаходяться в суспендованому стані. Якщо розміри часток не перевищують 10–12 мкм, то протягом приблизно десяти хвилин суспензія не осаджується на дно. У противному випадку суспензія не має достатньої стійкості, великі частки осаджуються на дно склянки, при цьому втрачається якість напою.

Крім товарного промисловість випускає і виробничий какао-порошок, який використовують як напівфабрикат при виготовленні цукерок і інших виробів. Вміст какао-масла у виробничому порошку менший і не перевищує 14 %.

Виробництво какао-порошку складається з трьох основних операцій: дроблення какао-жмивів, здрібнювання і сепарація.

Макуху дроблять на дробарці, що має пару зубцюватих валів, які обертаються назустріч один одному. Зазор між валками визначає розмір дроблених жмивів. Макуху дроблять на шматки розміром 15 – 20 мм. Перед дробленням жмив прохолоджують до 35 °С. При більш низькій температурі жмив твердіє, що утрудняє дроблення. Якщо ж жмив не прохолоджувати, то при температурі понад 35 °С (темпера-

тура жмиху при вивантаженні з преса 80 °С) какао-масло, що міститься в ньому (17–18 %) і знаходиться у рідкому стані, замаслить робочі деталі дробарки, що також утруднює дроблення.

Наступне здрібнювання роздроблених жмихів роблять на ударно-штифтовому млині. Здрібнюючими деталями млинів є штифти, що розташовані на двох дисках. Один з них нерухомий, другий обертається з частотою 110 об/с. У шістьох концентричних окружностях кожного диска закріплено по 270 штифтів. Від ударів об штифти шматки жмиху подрібнюються до порошку.

При здрібнюванні какао-порошок сильно розігрівається. Гарячий порошок повітряним струменем проноситься через трубки теплообмінника і прохолоджується до температури 16 °С. Охолоджений порошок надходить у сепаратор, де великі частки порошку осаджуються і повертаються на повторне здрібнювання, а дрібні з повітрям переносять в циклон, з якого вони вивантажуються із системи у вигляді товарного продукту.

Залишок після просіву какао-порошку на шовковому ситі № 38 або на металевому № 16 не повинен перевищувати 1,5 %.

44.7. Готування шоколадної маси і формування з неї плиткового шоколаду

Шоколадну масу для одержання натурального шоколаду (рис. 44.3) готують відповідно до рецептури з цукрової пудри, какао-масла і какао тертого. При температурі 32 °С шоколадна маса рідка і являє собою суспензію цукрової пудри і твердих часток какао тертого з какао-маслом.

Щоб уникнути «посивіння» шоколаду, шоколадну масу піддають темперуванню. Жирове «посивіння» не відбувається, якщо у всьому обсязі маси рівномірно створені центри кристалізації стійкої β -форми какао-масла. Для цього шоколадну масу досить швидко охолоджують до температури 33 °С, а потім повільно знижують температуру до 30 °С при інтенсивному перемішуванні. При температурі 30 °С масу витримують, не припиняючи перемішування. Темперування шоколадної маси проводять в автоматизованих машинах-кристалізаторах безперервної дії.

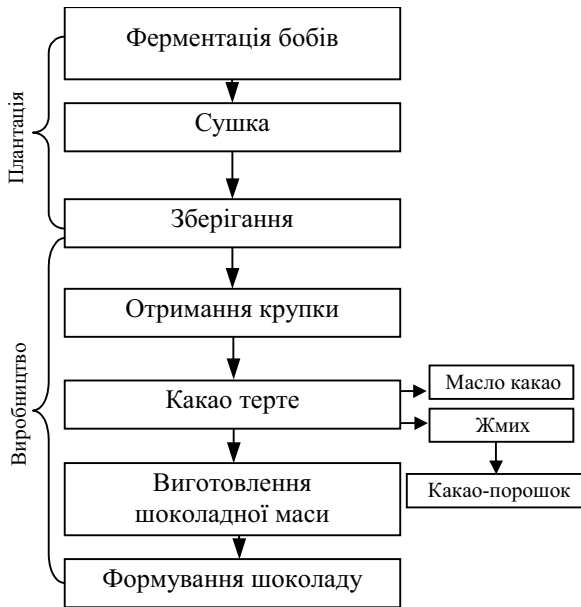


Рис. 44.3. Функціональна схема отримання шоколаду.

Відливку плиткового шоколаду проводять у форми на плиткових автоматах. Форми виготовляють з нержавіючої або м'якої маловуглецевої сталі, що покрита з однієї сторони тонким шаром нікелю (платіноль). Форми або цілком штампують, або збирають з окремих частин у єдиний блок пайкою. Для відливки шоколаду придатні лише чисті форми з добре відшліфованою внутрішньою поверхнею.

Шоколадна маса – це тонко здрібнений напівфабрикат, який отримано змішуванням цукрової пудри з какао тертим, какао-маслом; можуть бути добавки – сухе молоко, сухі вершки, ядра горіхів, кава й ін.

Різновидом шоколадної маси є шоколадна глазур або кувертур. Більшої текучості досягають шляхом збільшення жирності.

У залежності від температури шоколадна маса може бути твердою – 32 °C і рідкою – температура понад 32 °C. За структурою рідка шоколадна маса – суспензія, у якій дисперсійним середовищем є какао-масло, а дисперсною фазою – цукрова пудра і тверді частки тертого какао.

Якість шоколадних мас визначається дисперсністю. Під дисперсністю розуміють кількість часток з розміром до 20 мкм у загальній

кількості твердих часток. Наприклад, шоколадна маса звичайна з добавками і без добавок містить 92 % таких часток, її дисперсність 92 %.

Десертна шоколадна маса без добавок має дисперсність не менш 97 %, а з добавками – 96 %.

Шоколадні маси готують на механізованих потокових лініях, як з об'ємним дозуванням, так і з дозуванням компонентів по масі.

Цукрова пудра, какао терте і частина какао-масла надходять у змішувач, що обігрівасться. Компоненти ретельно перемішуються, утворюють однорідну тістоподібну масу з температурою не вище 40 °С і жирністю до 28 %. Ця маса надходить на п'ятивалкові млини, що подрібнюють частки дисперсної фази, від чого загальна поверхня часток стає значно більшою.

На цій поверхні адсорбується вільне какао-масло. Отримана маса легко комкується при стискуванні її пальцями. Маса надходить у коншмашину, де її тривалий час обробляють (конширують). У процесі конширування в шоколадну масу вводять другу частину какао-масла, що потрібна з рецептури.

Після конширування шоколадна маса перекачується в збірники для темперування. У них вона проохолоджується з температури 55–75 °С до 40–50 °С, при цій температурі зберігається якийсь час при інтенсивному перемішуванні.

З рідкої шоколадної маси виробу одержують виливкою у форми (металеві). Для гарного заповнення форми бажано мати масу з невеликою в'язкістю. В'язкість шоколадної маси залежить від кількості какао-масла і температури.

Какао-масло має властивість поліморфізму. У готових виробках, здатних до зберігання, какао-масло повинно знаходитися тільки в стабільній β -формі. Тому перед формуванням проводять процес темперування шоколадної маси.

Темперування – це створення центрів кристалізації какао-масла у всьому об'ємі. Досягається це охолодженням маси до температури початку твердіння, тобто 32 °С, з визначеною швидкістю при інтенсивному перемішуванні. Недотримання цієї умови викликає жирове «посивіння» шоколаду. Жирове «посивіння» – це мимовільний перехід нестабільних твердих форм какао-масла в стабільну кристалічну форму на поверхні виробу. Сірий наліт на поверхні робить враження цвілі, хоча така маса зовсім доброякісна і нешкідлива.

Таким чином, метою темперування є усунення жирового «посивіння» шоколаду. Жирове «посивіння» не виникає, якщо в обсязі маси

рівномірно створені кристали стійкої β -форми какао-масла. Для цього шоколадну масу швидко прохолоджують до температури 33 °С, а потім повільно знижують температуру до 30 °С при інтенсивному перемішуванні. При температурі 30 °С масу витримують, не припиняючи перемішування.

Темперування шоколадної маси проводять у кристалізаторах безперервної дії, що називають темперуючими машинами.

Відливки плиткового шоколаду виробляється на автоматах у форми, що виготовлені з нержавіючої сталі або м'якої маловуглецевої сталі, покритої з однієї сторони тонким шаром нікелю. Для відливки шоколаду придатні чисті форми з добре відшліфованою внутрішньою поверхнею. Періодично форми миють, сушать і протирають.

Форми спочатку підігрівують до температури шоколадної маси, тобто 30 – 31 °С. У підігріті форми надходить відтеперована шоколадна маса з температурою 30 °С. Температура маси не повинна змінюватися до заповнення форми.

На вібраційній машині видаляють пухирці повітря з дна форми. Після цього маса заповнить малюнок на дні форми. Форми із шоколадною масою надходять у холодильну камеру. У ній відбувається кристалізація какао-масла й охолодження затверділої плитки.

Кристалізація какао-масла супроводжується виділенням прихованої теплоти кристалізації, рівної 126 кДж/кг. Чим нижче температура повітря в холодильній камері, тим дрібніші кристали стійкої β -форми какао-масла, а їхній розподіл у масі більш рівномірний. Виріб стає крихким, має ніжний смак і однорідний на зламі.

По закінченні кристалізації охолодження доцільно проводити повітрям на 1–2 °С вище точки роси в приміщенні цеху. Це дозволяє уникнути цукрового «посивіння» шоколаду. Цукрове «посивіння» – це утворення на поверхні виробу нальоту з дрібних розгалужених кристалів цукру. Якщо плитка після холодильної камери має температуру нижче точки роси для повітря в цеху, то на її поверхні конденсується з повітря волога. У конденсаті розчиняється цукор, що утримується в поверхневому шарі. Після нагрівання виробу волога з поверхні випаровується, а розчинений у ній цукор викристалізовується, від чого поверхня здобуває неприємний сірий колір.

Завершується виробництво плиткового шоколаду його барвистою обгорткою й упакуванням.

ГЛАВА 45.

ТЕХНОЛОГІЯ ЦУКРОВИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

45.1. Загальна характеристика

Виробництво кондитерських виробів складається з двох основних стадій – готування кондитерських мас і виготовлення із цих мас виробів потрібної форми й розміру.

Виріб може складатися з однієї або декількох мас. Кондитерський виріб, що складається з однієї маси, називається простим (льодяникова карамель, фігурний шоколад); той, що складається з декількох мас – складним (фруктово-ягідна карамель складається на 2/3 з карамельної маси, на 1/3 із фруктово-ягідної начинки, цукерки «Асорті»).

Виробництво більшості кондитерських мас починається з розчинення цукру й одержання сиропу необхідної концентрації. Потім сироп за допомогою різних способів переробки перетворюється в різні кондитерські маси. Із цукрових кондитерських виробів розглянемо виробництво карамелі.

45.2. Технологія карамелі

45.2.1. Характеристика карамелі

Карамель – це кондитерський виріб, що складається з карамельної маси, яка є аморфною твердою речовиною. Виробляють дві групи карамелі – льодяникову й з начинкою.

По зовнішньому вигляду карамель буває відкрита й загорнена; по характеру обробки поверхні – глянсована, дражирована, покрита обсипаннями.

Карамельна маса складається із сахарози на 60–80 %, декстринів 18–20 % і невеликих кількостей різних моносахарів.

При температурі вище 110 °С карамельна маса являє собою рідину, що при 80–90 °С здобуває пластичні властивості, тобто здатна

приймати будь-яку форму й зберігати її. При температурі 40–45 °С маса переходить в аморфний, склоподібний стан.

Карамель має високу гігроскопічність й у відсутності належних умов зберігання може поглинати вологу з повітря, втрачаючи властивості.

Виробництво карамелі зосереджене як на великих підприємствах з поточними лініями високої автоматизації, так і на малих виробництвах. Карамель можна одержувати кустарним способом. Виробництва друг від друга відрізняються не технологією, а апаратурним оформленням і механізацією.

45.2.2. Основна сировина для виробництва карамелі

Основною сировиною для одержання карамельної маси є цукор, патока, кислоти, ароматизатори, барвники.

Для отримання начинок застосовують фруктові-ягідні напівфабрикати, жири, молочні продукти, горіхові ядра, какао-продукти, яйцепродукти й ін.

У виробництві карамельної маси як сировину використовують кристалічний цукор-пісок (дісахарозу). Патока – тягуча, щільна рідина – являє собою продукт неповного гідролізу крохмалю. Вона має високу в'язкість, що обумовлюється наявністю в її складі декстринів. Патока виконує роль антикристалізатора, без неї практично неможливо одержати цукор в аморфному стані, як він є в карамельній масі.

Замість патоки використовують інвертний цукор у вигляді сиропу. При цьому заміна патоки інвертним цукром проводиться повністю або частково.

Органічні кислоти зі слабкою інверсійною здатністю використовують для підкислення карамельної маси. Ці кислоти повинні бути стійкими, нелетучими, добре розчинятися у воді. Цим вимогам відповідає лимонна кислота, у меншій мірі виннокам'яна, яблучна. Кислоти взаємозамінні в наступних співвідношеннях по масі:

лимонна : виннокам'яна : яблучна = 1 : 1 : 1,2.

Краще використовувати кислоти з температурою зневоднюванням сахарів при високих температурах. Процеси супроводжуються плавленням при температурі 70 – 80 °С, тоді відбуватися рівномірне підкислення маси. Цій вимозі відповідає кислота лимонна кристалічна.

У якості ароматизаторів використовуються рідкі есенції. Це спиртові розчини натуральних ефірних масел (лимонного, м'ятного, апельсинового). Їх вводять при температурі не вище 90°C і концентрація есенції 10–20%. Такі есенції називають однократними. Виробляють двох-, чотириразові есенції, відповідно зменшується їхня рецептурна закладка.

Барвники, дозволені органами охорони здоров'я, їх застосовують для додання виробам товарного виду. Використовують два види барвників – натуральні і штучні, що отримують у результаті синтезу. Натуральні барвники одержують екстракцією із природної сировини, в основному, рослинного походження. Наприклад, з моркви, буряка, винограду, чорної смородини, жимолості. Однак ці барвники не стійкі, міняють фарбування залежно від рН середовища. У кислому середовищі, наприклад, барвник має червоні кольори, а в лужному середовищі – синій. Зі штучних барвників, у цей час, дозволений тартразин (жовтий).

45.2.3. Технологія одержування карамелі

Одержування карамельної маси пов'язане з руйнуванням кристалічних решіток сахарози. У зв'язку з тим, що одержання карамелі засновано на розплаві сахарози, то для руйнування кристалічних решіток сахарози необхідні високі температури. Якщо при виробництві карамелі використовують водні розчини сахарози, то необхідне швидке видалення води. Промислова технологія базується на другому принципі (рис. 45.1). Це пов'язане з тим, що в першому варіанті утвориться дуже багато продуктів реверсії сахарози, тобто йде інтенсивна реакція карамелізації.

Реакція карамелізації – це сума складних процесів, зв'язаних зі зневоднюванням цукрів при високих температурах. Процеси супроводжуються утворенням газоподібних продуктів, які при нагріванні надають специфічний запах продуктам, що містять цукор, а також утворюються полімерні комплекси складного складу. Маса здобуває жовті тони, продукти реакції карамелізації мають канцерогенні властивості, збільшується гігроскопічність карамельної маси.

Не слід плутати терміни карамелеутворення й реакція карамелізації. На відміну від останньої карамелеутворення – фізичний процес. Моносахариди по хімічній природі є або оксальдегідами або оксикетонами, у яких карбонільна група розташована поруч із гідроксидом.



Рис. 45.1. Функціональна схема виробництва карамелі

На підготовчий стадії: цукор-пісок просівають; патоку гріють для зменшення в'язкості; кислоти розчиняють для дозування; есенції розбавляють або спиртом, або водою; барвники розчиняють.

Цукровий сироп одержують шляхом розчинення цукру у воді з додаванням патоки. У рецептурах, як правило, це співвідношення 100:50. в окремих випадках замість патоки в якості антикристалізатора беруть інвертний цукор, або вносять його, або забезпечують протікання інверсії сахарози на цій стадії, для чого вводять кислоту. Однак патока забезпечує кращу якість карамелі.

Цукровий сироп (75 – 80 %), який використовують, надходить у вакуум-апарати, де відбувається одержання карамельної маси шляхом уварювання до залишкової вологості 1 – 3 %. Вакуум необхідно застосовувати, щоб уникнути реакції карамелізації. У сучасних лініях

використовують плівкові апарати, у яких процес видалення вологи ведуть у плінні 6 – 8 секунд.

При уварюванні цукрово-паточного сиропу температура карамельної маси, що має 98 % сухих речовин, на виході з вакуум-камери становить 124 – 126 °С.

Для одержання льодяникової карамелі масу уварюють до більш високого вмісту сухих речовин 98,5 – 99 %. У цьому випадку готова карамель, за інших рівних умов довше зберігає свої аморфні властивості. У зв'язку з тим, що при цьому різко зростає в'язкість карамельної маси, обробка останньої при виготовленні карамелі з начинками утрудняється. Тому для одержання карамелі з начинкою вміст сухих речовин у карамельній масі трохи нижче 96,5 – 98 %.

У загальному виді схему хімічних змін сахарози можна представити в наступному виді (рис.45. 2):



Рис. 45.2. Механізм хімічних змін сахарози в процесі одержання карамелі

Основну частину продуктів зміни цукрів становлять ангідриди цукрів, продукти конденсації й незначну частину – продукти глибокої зміни цукрів.

Дотепер однозначних представлень про хімічну будову карамелі немає. Деяки автори вважають, що при високому вмісті кисню в

середовищі може бути отримана оксікарфель, однак, це твердження не загальноприйняте.

Рідка карфельна маса після варильного апарату прохолоджується до температури 85–90 °С. При необхідності на цьому етапі вводять до неї барвник, кислоту й есенцію в процесі охолодження, що може здійснюватися як у потоці, так і періодично. На охолоджувальних столах з мармуровим покриттям відбуваються зміни реологічних властивостей маси: з рідкого, текучого стану вона переходить у в'язкопластичне.

Сахара, що входять до складу карфельної маси, прагнуть прийняти властивий їм кристалічний стан. Однак швидкість кристалізації сахарози швидко падає зі збільшенням швидкості охолодження й зі зниженням температури. Загальна тривалість цих операцій 1 – 2 хв.

У в'язкопластичному стані масу піддають обробці – проминці або витягуванню. Проминка застосовується при виробництві прозорих сортів карфель; витягування – непрозорої карфель із блискучою шовквистою поверхнею.

Проминка й витягування забезпечують рівномірний розподіл рецептурних компонентів у масі й видаленню пухирців повітря з неї. Операцію проминки проводять на проминальних машинах (як при замісі тіста). Операцію витягування здійснюють на тянущих машинах, які послідовно кілька разів проводять витягування і складання. При цьому температура знижується на 3 – 5 °С, тривалість обох операцій 1,5 – 2 хв.

Після того, як карфельна маса готова, її направляють на виготовлення готового виробу. Цей процес складається з ряду стадій: формування виробів, закріплення отриманої конфігурації й упакування.

Формування – це розподіл пластичної або рідкої маси на порції певного обсягу й додання кожній порції бажаної конфігурації (форми) у результаті цілеспрямованої течії й деформації під дією зовнішньої сили.

Одержання з карфельної маси виробів засновано на необоротних пластичних деформаціях. Виріб внаслідок високої гігроскопічності карфельної маси необхідно формувати відразу ж після її готування. При цьому потрібно підтримувати певну відносну вологість як повітря в приміщенні, так і охолоджуючого повітря.

Льодяникову карфель формують шляхом пропущення смуги маси між двома валками, на поверхні яких є осередки. Конфігурація

осередків відповідає половині форми виробу. Вироби мають вигляд дрібних фігурок («груша», «рибка» і інші); кількість виробів в 1 кг 500 шт (рис. 45.3).

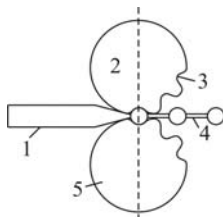


Рис. 45.3. Одержання льодяникової карамелі

Стрічка 1 карамельної маси має товщину більше чим зазор між валками 2 і 5. На поверхні кожного валка є різноманітні чарунки 3. При обертанні валків чарунки одного валка сходяться з чарунками іншого. Маса вдавлюється в чарунки й здобуває конфігурацію виробу. Після валків виходить стрічка виробів з дуже тонкими перемичками 4. Для фіксування форми виробів стрічка прохолоджується до температури нижче температури затвердіння карамельної маси. Звичайно карамель швидко прохолоджують повітрям до температури 35 – 40 °С.

Складні карамельні вироби складаються більш ніж на 50% з карамельної маси. Усередині карамельної оболонки перебуває будь-яка кондитерська маса. Цю масу називають начинкою.

Карамель із рідкими фруктовो-ягідними начинками одержують на механізованих потокових лініях (рис. 45.4). Підготовлена фруктова начинка із долею сухих речовин 80 % при температурі на 10 °С менше температури карамельної маси надходить у воронку 1 начинконаполнювача 2. Карамельна маса у вигляді вузької стрічки, охолоджена до температури пластичного стану (70 – 80 °С) подається транспортером на веретена 5 під трубку 3. На обертових веретенах карамельна маса здобуває форму усіченого корпусу 4, усередині якого перебуває трубка 3. Із трубки в карамельну масу начинконаполнювачем видавлюється начинка. Вузький кінець усіченого конуса з начинкою усередині витягається й одночасно калібрується декількома парами роликів 6 у джгут певного перетину.

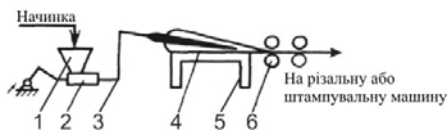


Рис.45.4. Одержання карамелі з начинкою

Джгут надходить у різальну або штампувальну машину, що розріже джгут на окремі вироби й надасть їм певної форми. Карамель, з'єднана тонкими й пластичними перемичками в ланцюжок попадає на транспортер, на якому форма карамелі закріплюється шляхом охолодження повітрям. Під час сходу карамелі зі стрічки на лоток перемички лопаються без деформації виробу.

Час охолодження відформованої карамелі з температури 65 – 70 °С до температури 35 – 40 °С становить 4 – 5 хв, витрата повітря 4000 – 9000 м³/год.

Упакування кондитерських виробів проводиться з метою збереження їхньої якості й зовнішнього вигляду, поліпшення санітарно-гігієнічних умов їхнього продажу й транспортування, одержання необхідної інформації про вид продукту, його сорту, маси, способу вживання й т.п.

Карамель може бути розфасована в круглі бляшані баночки по 120 – 140 штук, може бути розфасована в картонні коробки, тесові або фанерні ящики по 10 – 20 кг. Усередині ящики застеляють спеціальним папером.

ГЛАВА 46.

ТЕХНОЛОГІЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

46.1. Загальна характеристика кондитерських виробів

Кондитерськими виробами називаються харчові вироби, більша частина яких складається із цукру, найчастіше видозміненого, або іншої солодкої речовини (мед, ксиліт, сорбіт), патоки й різних добавок, що поліпшують смакові якості, структуру виробів, біологічну цінність. До кондитерських відносять також борошняні вироби з великим вмістом цукру.

Кондитерські вироби – товар дрібноштучний і швидкореалізуємий. Він, як правило, має тривалі строки зберігання й гарну транспортельність. Кондитерські вироби мають привабливий зовнішній вигляд, приємний смак і аромат. Це висококалорійні й легко засвоювані вироби. Кондитерські вироби користуються великим попитом у різних груп населення – їх споживають і діти й дорослі.

Споживання кондитерських виробів в Україні перевищує фізіологічні норми, і воно більше, ніж у розвинених країнах. Кондитерські вироби бідні на біологічно активні речовини, у них практично немає вітамінів, ферментів, харчових волокон (руйнуються при термічній обробці).

46.2. Сировина для кондитерських виробів та особливості їх класифікації

Основною сировиною для виробництва кондитерських виробів є: цукор, борошно, жири, яйця, патока, горіхи. На їхню частку доводиться 90 % від усієї сировини. До іншої сировини відносяться: олійні насіння, фрукти, ягоди, есенції, емульгатори, піноутворювачі, харчові кислоти, ароматизатори, загустителі. Ця сировина поліпшує смакові якості й структуру виробів. Використовується також сировина для збільшення біологічної цінності – це вітаміни, ферменти, висівки, цукрозамінювачі, харчові волокна, білкові збагачувачі.

Асортимент кондитерських виробів широкий. Однак, окремі групи кондитерських виробів виділяються індивідуальними особливостями й мають загальні ознаки, які дозволяють об'єднати їх в окремі групи при класифікації (табл. 46.1).

**Таблиця 46.1. Класифікація по сировині,
яку найбільш часто використовують**

Цукрові		Борошняні	
карамель	льодяникова	печиво	цукрове
	с начинкою		затяжне
цукерки	шоколадні	галети	прості
	глазуровані шоколадною глазур'ю	тістечка	поліпшені
	неглазуровані		бісквітні
драже	різні види	крекер	заварні
ірис	різні види	пряники	інші
пастильні вироби	різні види	рулети	різні види
шоколад	різні види	кекси	різні види
східні насолоди	різні види	торти	комбіновані
			слойоні

Основні ознаки продукції, на яких заснована класифікація кондитерських виробів, можна показати у наступній послідовності.

1. Сировина, яку використовують: борошняні – печиво, пряники, торти, тістечка, кекси, рулети, вафлі й цукрові – карамель, цукерки, шоколад, мармелад, пастила, зефір, халва, ірис, драже, східні насолоди.

2. Цільове призначення: дієтичні, лікувальні, лікувально-профілактичні, дитячі, національні вироби.

3. Форма виробів: круглі, овальні, квадратні, прямокутні, фігурні.

4. Розміри виробів: дрібноштучні й вагові.

5. Способи формування: нарізані, відсадні, відливні, штучно-випічні.

6. Особливості технології: торти, тістечкові, безопарні, опарні або прискорений спосіб виробництва дріжджового тіста.

7. Види збагачувальних добавок: вітамінні й білкові.

46.3. Основні принципи виробництва кондитерських виробів

Кондитерські вироби випускаються високо механізованими й автоматизованими підприємствами кондитерської галузі, у спеціалізованих цехах підприємств масового харчування, а також у спеціалізованих цехах малих підприємств.

До принципів виробництва кондитерських виробів відносять:

- безвідходність;
- безперервність виробництва;
- збереження нативних властивостей деяких нутриєнтів;
- зниження концентрації небажаних (шкідливих) речовин;
- формування необхідних показників якості продукції.

Формування необхідних показників включає: нешкідливість; високі смакові достоїнства; висока харчова цінність; високі товарні достоїнства.

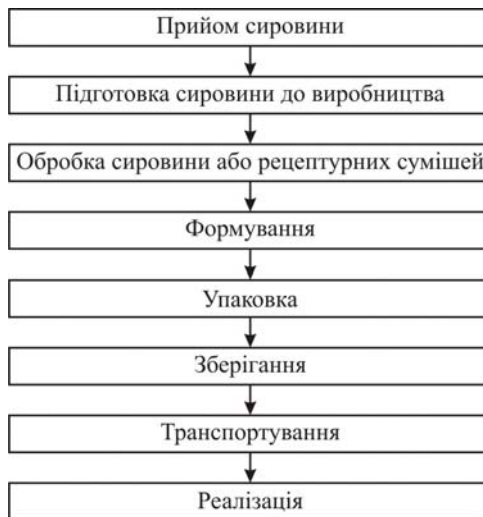


Рис. 46.1. Функціональна схема виробництва кондитерських виробів

Технології борошняних і цукрових виробів істотно відрізняються, але в загальному вигляді можливо представити її як ряд послі-

довних стадій (рис. 46.1). Якщо в технології цукрових виробів переважає готування цукрових сиропів і уварювання рецептурних сумішей, то в технології борошняних виробів – готування тіста і його випічка.

46.4. Технологія борошняних кондитерських виробів і окремих видів випічних напівфабрикатів

Для виготовлення борошняних кондитерських виробів у кондитерському виробництві застосовується тісто різних видів. Кожен вид тіста виготовляється за своєю технологією, що забезпечує одержання заданих властивостей.

Для готування тіста застосовують заміс або збивання сировини, передбаченої рецептурою, у процесі якого спочатку відбувається рівномірний розподіл сировини, а потім утворення тіста з характерними для кожного виду пружно-пластичними-в'язкими властивостями.

Режим випічки й фізико-хімічні зміни тіста в процесі випічки визначаються видом тіста, що випікають. Кількість цукрів при випічці зменшується в результаті часткового їхнього розкладання (карамелізації) під впливом високої температури. Інтенсивність фарбування скоринки борошняних кондитерських виробів обумовлена, по-перше, утворенням меланоїдинів і, по-друге, присутністю двовуглекислої соди, що надає виробам у процесі випічки жовтуваті кольори.

У технології борошняних кондитерських виробів можна виділити три основних етапи:

- готування випічних напівфабрикатів;
- готування оздоблювальних напівфабрикатів;
- виготовлення виробів з окремих напівфабрикатів.

Слід зазначити, що борошняні кондитерські вироби можуть бути й без обробки, тому, зупинимося на випічних напівфабрикатах. Асортимент випічних напівфабрикатів широкий. Він включає такі напівфабрикати: бісквітний; мигдальний; пісковий; вафельний; здобний; кришковий (з харчових відходів кондитерських виробів); цукровий; сметанний; пряниковий; медовий; слойоний; млинчиковий; заварний; затяжний (довго замішується тісто, сильно набухає клейковина); повітряний.

Розглянемо деякі випічні напівфабрикати за наступною схемою: загальна характеристика напівфабрикату; вимоги до властивостей сировини; вплив компонентів рецептур на якість напівфабрикатів; аналіз рецептур; асортименти й технологія виробів з використанням напівфабрикату.

Бісквітний напівфабрикат – пишний, дрібнопористий напівфабрикат з м'якою, еластичною м'якушкою, яку одержують енергійним збиванням яєчно-цукрової маси з наступним додаванням борошна й випічкою.

Борошно повинно бути з низьким вмістом клейковини, інакше тісто буде затягнутим, і напівфабрикат буде мало пористим, важким, щільним. Піноутворююча здатність яєць тим більша, ніж вони більш свіжі (частіше використовується меланж).

Якщо борошно з високим вмістом клейковини, то в рецептуру вводять крохмаль. Розрізняють п'ять видів напівфабрикатів:

- бісквіт основний;
- бісквіт круглий (більш круте тісто);
- бісквіт для рулету (більш рідка консистенція);
- бісквіт з какао-порошком;
- бісквіт «Прага».

Розрізняють два способи готування бісквітного тіста: з підігрівом і без нього. По першому способі яєчно-цукрову суміш збивають при температурі 45–50 °С, при цьому скорочується час збивання на 10 – 15 %. Метод використовується в промисловості при великих обсягах виробництва. Після збільшення об'єму яєчно-цукрової маси в 2,5 – 3 рази заміс тіста ведуть швидко, не більше 15 секунд. Його відразу ж розливають у заздалегідь приготовлені форми. Не допускається вистоювання тіста перед випічкою. Форми вистилають папером або змазують жиром і підпилюють борошном. Форми заповнюють на 0,75 об'єму, випікають тісто при температурі 200–225 °С.

Чим крупніше виріб й чим більше в ньому здоби (жир, яйця, цукор), тим при більш низькій температурі й більш тривалий час його потрібно випікати. При випічці не допускаються механічні впливи, особливо спочатку. З бісквітного напівфабрикату виробляють: торти, тістечка, печиво.

Пісочний напівфабрикат виробляють з пісочного тіста – це малов'язка, пластична маса, з якої виходять розсипчасті вироби. У реце-

птуру входить багато жиру й цукру. Борошно використовується з малим вмістом клейковини. Жир для замісу повинен бути пластичним (м'яким). Для одержання пісочного тіста жир збивають із цукром до однорідної консистенції, потім додають яйця з розчиненими в них розпушувачами й сіллю. Наприкінці замісу всипають борошно, використовують короточасний заміс тіста. Температура тіста повинна бути зниженою – 18 – 20 °С. Випікають пісочне тісто при температурі 200 – 220 °С у виді пластів або окремих виробів. Використовують для готування виробів відразу ж після випічки й охолодження. Виробляють торти, тістечка й печиво.

ГЛАВА 47.

КЕФІР І КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ

47.1. Біологічна цінність кисломолочних напоїв

Підприємства молочної промисловості виробляють кисломолочні продукти в наступному асортименті: кефір, біокефір, простоквашу (звичайну, ацидофільну й ін.), ряжанку, ацидофільне молоко, йогурти й інші продукти, асортимент яких постійно розширюється, а також різні національні кисломолочні продукти (айран, кумис, мацоні й ін.). Всі ці продукти виробляються з пастеризованого або пряженого молока шляхом заквашування його заквасками чистих культур молочнокислих бактерій. Для їхнього готування використовують цільне й знежирене молоко, вершки, пахту, отриману при виробництві солодковершкового масла методом перетворення високожирних вершків, а також консервоване молоко (сухе, згущене й стерилізоване). Крім коров'ячого молока для виробництва дієтичних кисломолочних продуктів використовують молоко кобилиць, овець, буйволиць і інших сільськогосподарських тварин. Деякі кисломолочні продукти виробляють із додаванням цукру, джемів, фруктових сиропів, кориці й ін.

Кисломолочні продукти мають сметаноподібну, тягучу, у вигляді щільного згустку, або пінливу консистенцію, приємний освіжаючий смак і аромат, мають високі живильні якості. Їх дієтичні й лікувальні властивості відомі з давніх часів. Велику роль у поширенні кисломолочних продуктів у нашій країні зіграли праці І. І. Мечнікова. Він розробив теорію, відповідно до якої щоденне вживання в їжу кисломолочних продуктів зберігає людині довголіття. І. І. Мечніков вважав, що передчасне старіння людського організму є наслідком постійного впливу на нього отруйних речовин, що накопичуються в кишечнику в результаті життєдіяльності гнильних мікроорганізмів. Молочна кислота, що утвориться в результаті молочнокислого бродіння, придушує гнильну мікрофлору й тим самим охороняє організм від повільного отруєння шкідливими речовинами.

Досліджуючи кисломолочний напій з овечого молока, розповсюджений у Болгарії, І. І. Мечніков виділив з нього молочнокислі палички – лактобацили, які здатні приживатися в товстих кишках ор-

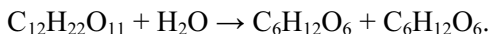
ганізму людини й виробляти там молочну кислоту. Ці мікроорганізми одержали назву болгарської палички. Кисломолочний напій, що виробляють із застосуванням болгарської палички, називається лактобациліном або мечниковською простоквашею. Цей продукт І. І. Мечников рекомендував як профілактичний засіб від кишкових захворювань.

Трохи пізніше в кишечнику людей і тварин була виявлена ацидофільна паличка, що має такі ж властивості, що й болгарська, але більш стійка до впливу лугів. Вона може зброжувати не тільки молочний, але й інші сахара, тому легше приживається в організмі людини й, при відсутності лактози, її життєдіяльність не припиняється. Ацидофільна паличка також використовується у виробництві кисломолочних продуктів.

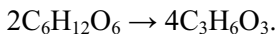
47.2. Біохімічні процеси збражування

По характеру заквашування молока кисломолочні продукти умовно ділять на дві групи: отримані в результаті тільки молочнокислого бродіння (різні простокваши, ацидофільне молоко, йогурт і ін.) і змішаного – молочнокислого і спиртового бродіння (кефір, кумис і ін.).

При молочнокислому бродінні на молочний цукор впливає фермент лактоза, який виділяють молочнокислі бактерії. На першій стадії бродіння молекула лактози розщеплюється на дві молекули моносахаридів – глюкозу й лактозу:



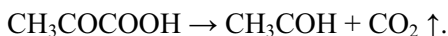
У результаті ферментних перетворень із глюкози й галактози спочатку утворюється піровиноградна кислота, що під дією ферменту кодегідази потім відновлюється до молочної кислоти:



Під дією ароматизуючих бактерій молочний цукор розкладається, утворює діацетіл, що надає продукту специфічний запах.

У ході молочнокислого бродіння на утворення молочної кислоти, діацетила й інших речовин витрачається 20–25 % всієї лактози, що утримується в молоці. Інша кількість її надходить в організм людини й споживається в процесі життєдіяльності молочнокислої мікрофлори кишечника.

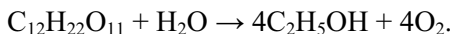
При змішаному бродінні на лактозу впливають ферменти молочнокислих бактерій і молочних дріжджів. Молочний цукор спочатку також розщеплюється на глюкозу й галактозу, з яких утворюється піровиноградна кислота. Під дією ферментів молочнокислих мікроорганізмів частина піровиноградної кислоти відновлюється до молочної кислоти, а інша, під дією ферменту карбоксірази, що утримується в клітках молочних дріжджів, розщеплюється на оцтовий альдегід і вуглекислий газ:



Оцтовий альдегід відновлюється до етилового спирту:



У загальному виді спиртове бродіння можна виразити наступним рівнянням:



Молочна кислота, що утворюється в процесі молочнокислого й змішаного бродіння, взаємодіє з казеїнаткальційфосфатним комплексом молока, відщепляє від нього кальцій і звільняє казеїн (казеїнову кислоту). Вільна казеїнова кислота коагулює з утворенням згустку.

У результаті біохімічних процесів, що протікають при заквашуванні, кисломолочні продукти здобувають ряд корисних властивостей. Завдяки їм вони засвоюються значно легше й швидше, ніж звичайне молоко. Наприклад, якщо за три години молоко засвоюється організмом на 44 %, то кисляк за цей же час – на 95 %. Пояснюється це зміною білків молока, які в результаті часткової пентанізації розкладаються на більш прості, легкозасвоювані речовини. Крім того, молочна кислота, спирт і вуглекислий газ, що утворюються в ході біохімічних процесів, впливають на секреторну діяльність шлунково-кишкового тракту, викликаючи більш інтенсивне виділення соків і ферментів, що прискорюють переварювання їжі. Засвоєння їжі в цьому випадку відбувається з найменшою витратою енергії, що дуже важливо, зокрема, при відновленні ослаблених хворобою організмів. Тому кисломолочні продукти широко застосовуються для харчування хворих.

При виробництві кисломолочних продуктів збільшується кількість вітамінів, особливо С і В₁₂, що пояснюється здатністю окремих молочнокислих бактерій синтезувати ці вітаміни. Інститут харчування рекомендує 40–50 % добового молока споживати у вигляді кисломолочних продуктів.

Сметану виробляють заквашуванням пастеризованих вершків чистими культурами молочнокислих бактерій з наступним дозріванням отриманого згустку.

47.3. Загальна характеристика продуктів

Сметана – російський національний продукт і довгі роки вона вироблялася тільки на території СРСР. Після другої світової війни її стали робити в деяких країнах Європи й Америки за назвою «російські вершки», «кислі вершки», «вершки для салатів».

Серед інших кисломолочних продуктів сметана виділяється високими харчовими достоїнствами. Завдяки змінам, що відбуваються з білковою частиною в процесі заквашування, сметана засвоюється організмом швидше й легше, ніж вершки відповідної жирності.

В сметані утримуються всі вітаміни, що є в молоці, причому жиророзчинних А та Е в кілька разів більше. Деякі молочнокислі бактерії в процесі заквашування здатні синтезувати вітаміни групи В, тому в сметані в порівнянні з молоком вище також вміст В₁ і особливо В₂.

Технологічний процес вироблення сметани можна представити як заквашування вершків молочнокислими бактеріями (рис. 47.1). Вершки для вироблення сметани, нормалізують, пастеризують при температурі 85 °С, гомогенізують і після охолодження до температури заквашування вносять до них закваску. Зквашування вершків проходить 14 – 20 годин, в цей час проходить коагуляція казеіногену під впливом молочної кислоти і сметана набирає густу форму. Кінець зквашування визначають по консистенції та кислотності сметани – 65 – 80 °Т. Визрівання охолодженої до 5 – 8 °С сметани проходить протягом двох суток, під цей час жирові кульки твердіють з білком, який набухає.



Рис. 47.1. Функціональна схема виробництва сметани

Сметана має чистий кисломолочний смак з вираженим присмаком і ароматом, властивими пастеризованому продукту. Консистенція її однорідна, у міру густа, гомогенна, без крупинок жиру й білка. Кольори – від білого до блідо-жовтого. Для сметани жирністю 30 % і вище характерний глясуватий відтінок.

Промисловість виробляє кілька видів сметани: зі вмістом жиру 10 % (дієтична), 15 і 20 % (столова), 25, 30 і 35 % (звичайна), 40 % (любительська).

Сир являє собою білковий молочнокислий продукт, виготовлений заквашуванням пастеризованого цільного або знежиреного молока і наступним видаленням з отриманого згустку частини сироватки. Сир з непастеризованого молока використовується тільки для готування плавлених сирів або виробів, що піддаються перед вживанням у їжу термічній обробці (сирників, вареників і ін.).

Залежно від вмісту жиру сир розділяють на три види: жирний, напівжирний і нежирний (табл. 47.1).

Таблиця 47.1. Хімічний склад сиру

Вид сиру	Вміст, %			Кислотність, °Т
	жиру, не менше	білків	вологи, не більше	
Жирний	18	13,5	66	200–225
Напівжирний	9	14,2	73	210–240
Нежирний	—	16,1	80	220–270

Сир має чистий кисломолочний смак і запах. Консистенція його ніжна й однорідна, для жирного допускається трохи пухка й мастка, для нежирного – розсипчаста, з незначними виділеннями сироватки.

Значний вміст у сирі жиру й особливо білків (14–16 %) обумовлює високу харчову й біологічну цінність цього продукту. До складу білків сиру входять всі незамінні амінокислоти. Наявність сіркоутримуючих амінокислот – метіоніну й лізину – дозволяє використовувати сир для профілактики й лікування деяких захворювань печінки, нирок, а також атеросклерозу.

У сирі утримується значна кількість мінеральних речовин (кальцій, фосфор, залізо, магній і ін.), необхідних для нормальної діяльності серця, центральної нервової системи, мозку, а також для обміну речовин в організмі. Особливо важливе значення мають мінеральні солі. Кольори сиру – білий або злегка жовтуватий, із кремовим відтінком, рівномірний по всій масі.

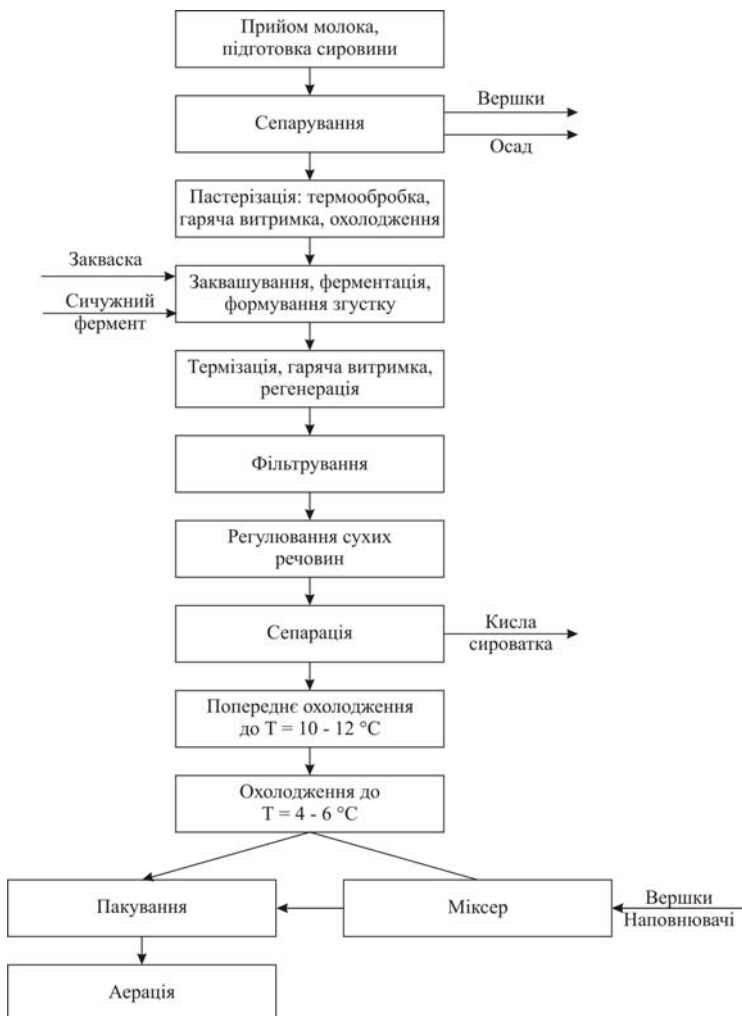


Рис. 47.2. Функціональна схема виробництва сиру з використанням сепаратора.

Сир виготовляють з цільного або знежиреного молока заквашуванням молочнокислими бактеріями або молочнокислими бактеріями сумісно з сичужним ферментом. Поряд з традиційним методом вироблення сиру широкого розповсюдження набула технологія виробництва термізованого сиру з використанням сепаратора (рис. 47.2).

При термізації проводять високотемпературну довготривалу пастеризацію знежиреного молока при температурі 85 – 89 °С з витримкою від 3 до 15 хвилин і далі температурну обробку зквашеного молока перед сепаруванням. Температура термізації складає 58 – 62 °С, тривалість витримки до 8 хвилин.

Після пастеризації та охолодження до температури 20 – 28 °С знежирене молоко та культури для заквашування подають в танк. Сичужний фермент додають у кількості 1 – 2 г на 100 кг знежиреного молока.

Згусток формується при рН 4,4 – 4,6 протягом близько 16 годин, далі його потрібно акуратно перемішати для припинення ферментації. Температура сепарування складає 40 °С, при цьому різниця температури теплоносія та зквашеного молока не повинна перевищувати 1 °С.

Перед фасуванням або змішуванням з вершками охолоджений сир збирають у буферній ємності. Вершки додають в потоці сиру, перемішують в динамічному змішувачі та подають на упаковку.

При виробництві сиру або виробів з нього тривалого зберігання проводять термообробку готового продукту для знищення мікроорганізмів. Кінцеву термообробку проводять у пластинчастому, трубчастому або скребковому теплообміннику.

Сир має кислуватий смак і однорідну консистенцію, він не повинен утримувати твердих часток. Вихід готового продукту виражають у потрібній кількості знежиреного молока на 1 кг сиру.

ГЛАВА 48. ТЕХНОЛОГІЯ МОРОЗИВА

48.1. Класифікація, состав, поживні властивості морозива

Морозиво одержують шляхом збивання й заморожування молочних або фруктово-ягідних сумішей із цукром, стабілізатором, а для деяких видів – також смаковими й ароматичними наповнювачами. Асортимент морозива дуже різноманітний і включає більше 50-ти найменувань. Залежно від составу наповнювачів розрізняють також основні види морозива: молочне, вершкове, пломбір (на основі молочних сумішей), плодово-ягідне й ароматичне (без додавання молочної сировини).

Плодово-ягідні різновиди морозива виробляють із плодів, ягід або продуктів їхньої переробки (натуральних соків, джемів, конфітурів, варення). Для виробництва ароматичного морозива використовують цукровий розчин з додаванням кислоти, стабілізаторів, ароматичних есенцій і барвників (табл. 48.1). Назва морозива визначається смаковими й ароматичними наповнювачами. Наприклад, у суміш для молочного або вершкового морозива входять шоколад або полуниця воно йменується відповідно молочно-шоколадним або вершковополуничним. Морозиво має високу живильну й біологічну цінність. Воно багато вуглеводами (від 14% у молочно-вершкових видах і до 30% у фруктово-ягідних видах), жирами (у пломбірі й тортах з морозива – до 17%, у молочному – 15%), білками (4,5% у вигляді казеїну, лактоальбуміну, лактоглобуліну), мінеральними солями (до 0,7%), а також вітамінами. Калорійність молочних і фруктових видів морозива становить 5607–6162 кДж/кг, вершкового до – 8360 кДж/кг, пломбіру – 10133 кДж/кг. Завдяки попередній тепловій обробці суміші, у готовому продукті відсутня патогенна мікрофлора (групи сальмонела, стафілококів). Припустимий титр кишкової палички – 0,3, а загальна кількість мікробів не повинна перевищувати 100 тисяч в 1 мл морозива будь-якого виду.

Таблиця 48.1. Вимоги до складу морозива

Морозиво	Вміст, %			Кислотність, °Т не більше
	жирів, не менш	цукру, не менш	сухих речовин	
Молочне: ванільне, горіхове, кавове, шоколадне й ін.	3,5	15	29	22
фруктово-ягідне	2,8	16	29	50
крем-брюле	3,5	15	31	22
з карамеллю	3	16	33	40
Вершкове: ванільне, горіхове, шоколадне, цукатове й ін.	10	14	34	22
фруктово-ягідне	8	15	33	50
крем-брюле	10	14	36	22
з карамеллю	9	15	38	40
Пломбір: шоколадний, цукатовий, з ізюмом, горіховий, кавовий	15	15	40	22
фруктово-ягідний	12	16	38	50
крем-брюле	15	15	42	22
з карамеллю	13,5	15	43	40
Фруктово-ягідне: полуничне, малинове, лимонне й ін.	—	27	30	70
Ароматичне: полуничне, вишневе, малинове, лимонне	—	25	25	70

У відповідності зі стандартом, морозиво повинно мати солодкий, чистий, характерний для кожного виду смак. Консистенція й структура його повинні бути однорідними, без відчутних кристалів льоду, грудочок жиру й стабілізатора.

48.2. Сировина для морозива

Сировина, що застосовують для виробництва морозива, повинна відповідати вимогам діючих стандартів і технічних умов.

Для сумішей на молочній основі (молочне, вершкове, пломбір) основною сировиною є молочні продукти: молоко коров'яче цільне й знежирене кислотністю не вище 18 °Т; згущене цільне і знежирене із цукром і без цукру; сухе цільне й сухе знежирене; вершки з коров'ячого молока різної жирності кислотністю не вище 16 °Т; вершки згущені із цукром і сухі; масло коров'яче вершкове несолене вищого сорту. Кількість сухого знежиреного молока на одну тонну готового продукту не повинна перевищувати для молочного морозива 50 кг, вершкового – 35 кг і пломбіру – 20 кг. Використовувати у виробництві топлене масло не дозволяється, кондитерський жир допускається тільки для спеціальних сортів, наприклад «Новинка».

Цукор – обов'язковий компонент у всіх видах морозива. Він надає продукту солодкий смак, а також знижує температуру замерзання морозива, перешкоджаючи тим самим утворенню великих кристалів льоду при фризюванні й забезпечуючи ніжну й однорідну консистенцію готового продукту.

Як відомо, підвищення температури замерзання розчину описується залежністю

$$D = K \frac{C}{M}, \quad (48.1)$$

де D – зниження температури замерзання, °С; K – коефіцієнт, що характеризує розчинник, (для води K дорівнює 1,86); C – вміст розчиненої речовини в розчиннику, г/кг; M – молекулярна маса розчинника.

Таким чином, точка замерзання залежить від молярної концентрації розчину, тобто від речовин, що перебувають у молекулярному розчині. Отже, точка замерзання сумішей для морозива залежить від кількості сахарози, лактози, мінеральних солей. Інші речовини впливають на точку замерзання частково, заміщаючи воду, внаслідок чого збільшується концентрація водного розчину цукру й солей.

При виробленні деяких видів фруктового морозива застосовують карамельну патоку – продукт неповного гідролізу крохмалю, ку-

курудзяний цукор (глюкозу), кукурудзяний сироп. Глюкоза менш солодка, ніж бурячний цукор. Її молекулярна маса в 1,9 рази нижче, ніж сахарози (342,17), отже, і молекул у тій самій кількості речовини втримується в 1,9 рази більше. Тому глюкоза впливає на зниження точки замерзання в 1,9 рази сильніше, ніж сахароза, і повністю замінює нею цукор неприпустимо.

Молочні консерви у виробництві морозива застосовують із метою підвищення змісту сухого знежиреного молочного залишку (СЗЗ). Рекомендується використовувати молоко розпилювальної сушки (розчинність у воді 96 -98 % при температурі 70 °С).

Обов'язковим інгредієнтом всіх видів морозива є стабілізатори - колоїдні гідрофільні речовини, які, зв'язуючи вільну вологу й підвищуючи в'язкість сумішей, сприяють тим самим структуроутворенню морозива. Стабілізатори також поліпшують консистенцію готового продукту й підвищують його опірність розтаванню. Як стабілізатори при виробництві морозива застосовують желатин, агар, агароїд, альгінат натрію, пектин, крохмаль харчовий, пшеничне борошно вищого сорту, метилцелюлозу й ін.

Желатин – продукт тваринного походження – набухаючи, при кімнатній температурі, поглинає кількість води, що в 15 разів перевищує його власну масу. У виробничих умовах 5 – 10 % - ний розчин желатину витримують у холодній воді для набрякання протягом 30 хв., нагрівають до температури 65 °С і в кількості 0,5 – 0,9 % вносять у суміш при температурі не вище 65 – 70 °С, тому що при більш високих температурах його здатність до желірування слабшає.

Агар, агароїд, альгінат натрію, фуцеларін – продукти рослинного походження, які одержують з морських водоростей, вони по желіруючій здатності перевершують желатин. У холодній воді вони не розчиняються, а тільки набухають, зв'язуючи 4 – 10 кратну до своєї маси кількість води. Їх вносять у суміш у кількості 0,3 – 0,7 %.

Пектин, який одержують зі шкірочок ягід і плодів, використовують лише при виробництві фруктовো-ягідного морозива, тому що він відрізняється високою стійкістю до впливу кислот. Харчовий пектин виробляється в рідкому й сухому видах. Він легко набухає, розчиняється в холодній і гарячій воді. Його водяні розчини мають велику в'язкість, однак при температурах вище 70 °С желіруюча здатність пектину слабшає.

Повноцінним заміником агару й агароїду є модифікований желіруючий харчовий крохмаль. Його вносять у ванну при температурі суміші 40 – 45 °С у кількості 1 % для вершкового морозива й пломбіру, 1,5 % – для молочного й фруктового морозива.

Останнім часом як стабілізатор застосовують метилцелюлозу, що представляє собою, продукти переробки деревної целюлози. Метилцелюлозу попередньо заливають гарячою водою, пастеризують при температурі 85 °С протягом 5 хв., прохолоджують до температури 6 °С і фільтрують. При пастеризації метилцелюлоза перебуває у вигляді пластівців, а в охолоджену стані – прозорою киселеподібною масою.

Її уводять в охолоджену суміш перед фризераванням у вигляді 1%-ного розчину в кількості 0,2% для фруктових-ягідних і ароматичних видів морозива й 0,3 % – для молочних.

Для поліпшення смаку й аромату продукту в морозиво вносять різні смакові й ароматичні добавки (ванілін, порошок какао, каву, чай у вигляді екстракту, ядра горіхів і солодкого мигдалю, органічні кислоти, харчові есенції, вино, лікер, коньяк, кондитерські вироби – вафлі, карамель, цукати й ін.).

Ядра горіхів (арахісу, волоського, фундука) присмажують, дроблять і додають у кількості 2 %.

Фрукти і ягоди надають морозиву приємний аромат, поліпшують смак і підвищують харчову цінність продукту, збагачуючи його вуглеводами, вітамінами, мінеральними солями, органічними кислотами. Застосовують їх свіжими, замороженими, у сухому виді (ізіум), а також як продукти їхньої переробки (соки, варення, повидло, джеми).

48.3. Технологія виробництва морозива

Виробництво морозива складається із двох основних етапів: виробки суміші й готування з неї морозива.

Виробка суміші (рис. 48.1) включає наступні операції: приймання сировини, перевірку її якості, підготовку всіх компонентів згідно з стандартами, їхнє змішування, пастеризацію суміші, фільтрацію, гомогенізацію (для сумішей на молочній основі), охолодження й зберігання.

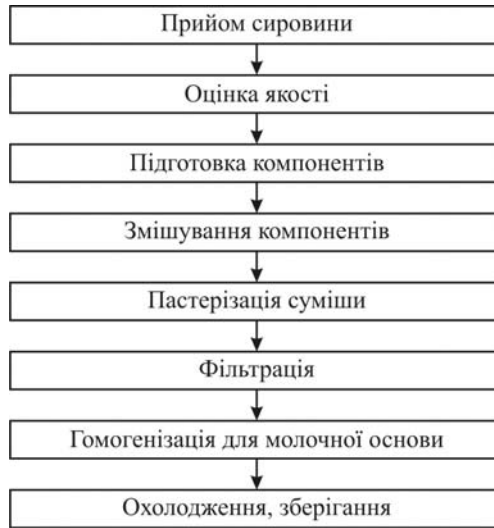


Рис. 48.1. Функціональна схема виробництва суміші

48.3.1. Розрахунок компонентів для суміші

Технологія морозива включає велику кількість рецептур з використанням різних видів сировини. Однак, при відсутності тієї або іншої сировини доводиться робити перерахунок компонентів для того, щоб забезпечити в суміші необхідне співвідношення жиру, СЗЗ, цукру.

Розрахунок компонентів можна виконати арифметичним, алгебраїчним і нормативним методами. Арифметичний метод заснований на застосуванні графічних способів розрахунку – по квадрату або трикутнику змішування. Його застосовують при наявності двох або трьох молочних компонентів.

Розрахунок алгебраїчним методом передбачає рішення системи із трьох рівнянь із трьома невідомими: по кількісному балансу сировини, по балансу жиру й по балансу СЗЗ.

48.3.2. Підготовка сировини

У змішувальні ванни або вершковозігрівальні з обігрівом і мішалкою завантажують рідкі молочні продукти (молоко, вершки). Змішувати компоненти бажано в підігрітому виді при температурі 35 – 45 °С, що забезпечує найбільш повне і швидке їх розчинення. Цукровий пісок вносять у сухому виді після просівання (через сита з діаметром осередку 2 – 3 мм) або у вигляді сиропу. Сухі молочні продукти змішують із цукровим піском у співвідношенні 1 : 2 і розчиняють у невеликій кількості молока до одержання однорідної маси. Згущені молочні продукти вносять у змішувальні ванни безпосередньо. Вершкове масло очищають від упаковки й ріжуть на невеликі шматки або плавлять.

При потоковому методі виробництва процес складання суміші повністю механізований. Для цього всі складові частини попередньо переводять у рідкий стан зі строго підтримуваною концентрацією жиру, цукру й СЗЗ. По мірі необхідності потрібна кількість рідких компонентів відважується на електронних вагах і надходить на змішування у ванни, а потім - на теплову обробку.

48.3.3. Обробка суміші

У стадії обробки суміші для морозива включають фільтрацію, пастеризацію й гомогенізацію. Фільтрація забезпечує видалення механічних домішок і часток компонентів, що не розчинилися. Фільтр (циліндричний, дисковий, пластинчастий) можна встановлювати до пастеризатора або після нього. Однак, щоб попередити вторинне бактеріальне обсіменіння суміші, фільтрацію краще проводити до пастеризації.

Пастеризація необхідна для знищення хвороботворної мікрофлори, максимального зниження загального бактеріального забруднення й повного розчинення всіх інгредієнтів суміші. Найбільш сучасним і прогресивним устаткуванням є пластинчасті пастеризаційно-охолоджуючі установки, у які входять також фільтр і гомогенізатор.

У пластинчастих пастеризаційно-охолоджуючих установках фільтрація, гомогенізація, пастеризація й охолодження суміші відбувається в тонкому шарі й при безперервному потоці, чим забезпечується висока ефективність пастеризації. Крім цього, процес протікає без доступу повітря, що дає можливість зберегти вітаміни й смакові якості суміші.

Режими пастеризації, що рекомендують: температура 70 °С із витримкою протягом 30 хв., температура 75 °С із витримкою 20 хв., температура 85 °С із витримкою 5 хв. – для пастеризаторів періодичної дії; температура 85 °С із витримкою 15 – 20 хв. для трубчастих і пластинчастих апаратів. Такі температурні режими теплової обробки пов'язані з тим, що в сумішах для морозива підвищений вміст сухих речовин, які, збільшуючи в'язкість, виявляють захисну дію для мікроорганізмів.

Суміші на молочній основі необхідно обов'язково гомогенізувати, особливо, якщо додаткове джерело жиру – вершкове масло. Завдяки гомогенізації жирові кульки дробляться й рівномірно розподіляються в суміші. Крім цього, зменшується відстань між жировими кульками, що сприяє одержанню дрібних кристалів льоду при заморожуванні й поліпшує структуру готового продукту. Гомогенізацію потрібно проводити при температурах близьких до температури пастеризації, але не нижче 63 °С. При температурах нижче 60 °С відбувається посилена агрегація дрібних жирових кульок, різко збільшується в'язкість суміші за рахунок утворення жирових скупчень, що веде до зниження взбиваємості в процесі фризирования.

Тиск гомогенізації повинен бути тим вище, чим нижче вміст жирів. Молочні суміші гомогенізують при тиску 12,5 – 15 МПа, вершкові – 10 – 12,5 МПа, пломбірні – 7,5 – 9 МПа залежно від сировини, що застосовують. З підвищенням тиску гомогенізації зменшуються розміри жирових кульок, але збільшується кількість жирових скупчень, які при фризирования руйнують повітряні пухирці, погіршуючи взбитий стан суміші.

Порушення режимів гомогенізації приводить до дестабілізації жиру при фризирования й погіршенню консистенції готового продукту.

48.3.4. Охолодження й зберігання суміші

Гомогенізовану суміш швидко проохолоджують до температури 0 – 6 °С і направляють у танки або в вершкововизрівальні ванни для зберігання. При цьому відбувається й фізичне дозрівання - гідратація білків молока й стабілізатора. Подальша адсорбція різних речовин, що входять до суміші,

відбувається на поверхні жирових кульок, а твердіння молочного жиру – усередині жирових кульок. Дозріла суміш добре поглинає й утримує повітря. Готовий продукт, виготовлений з такої суміші має високу взбитість і ніжну, без великих кристалів льодову структуру. Тривалість фізичного дозрівання залежить від складу суміші, її температури й гідрофільних властивостей стабілізатора.

Перед фризериуванням у суміш вносять ароматичні речовини (ванілін, ванілон, арованілон) у кількості 0,005 – 0,05 % і есенції. Ванілін додають у вигляді водно-спиртового розчину (300 г ваніліну, 200 г спирту, 500 г води при температурі 30 °C) або порошку, розтертого із цукровою пудрою.

48.3.5. Заморожування суміші

Заморожування – це одна з найважливіших операцій у процесі виробництва морозива. Вона складається із двох стадій – фризериування й загартування.

Під час фризериування суміш насичується повітрям при одночасному частковому заморожуванні. У результаті утворюється нова фаза (кристали льоду й жиру), розділена прошарками рідкої фази. Від правильності проведення цього процесу залежать структура й консистенція готового продукту.

При заморожуванні відбувається фазове перетворенні води: у морозиві її кристалізується від 29 до 67 % залежно від виду суміші й температури фризериування. Чим більше води заморозиться в процесі фризериування, тим менше часу буде потрібно на загартування й тем краще буде якість морозива. Температура початку заморожування суміші коливається в межах -2,2 – -3,5 °C у залежності від виду суміші.

Структура морозива залежить також від кількості повітря, що вводять, і його дисперсності. Вважають, що взбитість (насичення повітрям) не повинна більш ніж утрое перевищувати загальний вміст сухих речовин у продукті. Морозиво з високої взбитістю, завдяки низькій теплопровідності повітря, плавиться повільніше.

Суміші, у яких як джерело жиру використовують вершки, збивається краще, ніж суміші з вершковим маслом. Зі збільшенням вмісту цукру взбитість знижується, а час, необхідний для одержання максимальної взбитості, зростає.

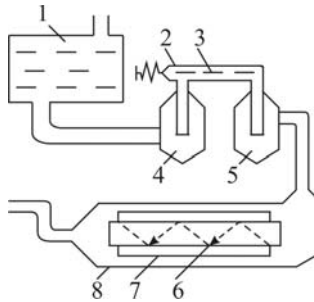


Рис. 48.2. Технологічна схема фризера безперервної дії з підсмоктуванням повітря: 1 – прийомний бачок; 2 – повітряний клапан; 3 – сполучна лінія; 4 – насос першої ступені; 5 – насос другої ступені; 6 – мішалка; 7 – ніж; 8 – циліндр; 9 – випускний патрубок.

Для заморожування використовують фризери періодичної й безперервної дії (рис. 48.2). Місткість циліндра у фризерах безперервної дії, обумовлена величиною зазору між мішалкою й стінкою циліндра, порівняно мала (2 – 4 л), що сприяє інтенсивному протіканню процесу заморожування. Обертюва мішалка переміщає суміш, внаслідок чого в неї вроблюється повітря. При зіткненні зі стінкою циліндра, у міжстінному просторі якого циркулює холодильний агент, суміш рівномірно заморожується. Ножі-шкребки швидко обертаючись, відокремлюють шар, що намерзає, від стінок, і він під тиском, що створює насос, безупинно витісняється із циліндра. Продуктивність такого фризериу до 350 кг/год.

48.3.6. Фасування й загартування морозива

Морозиво, що виходить з фризериу швидко фасують і негайно направляють на загартування, тому що при затримці в цеху частина закристалізованої води може розмерзтисся, що надалі приводить до утворення великих кристалів льоду.

У процесі загартування температура знижується до 15 – 18 °С. При цьому виморожується 75 – 80 % загальної кількості води, що утримується в морозиві. Повна кристалізація води неможлива, то-

му що сильно зростає концентрація солей і цукру в некрижаній частині розчину, внаслідок чого різко знижується температура замерзання (нижче -50°C).

Процес загартовування протікає значно повільніше, ніж фризрування, і без механічного перемішування, тому створюються умови для утворення великих кристалів льоду і їхнього зрощення у твердий кристалічний каркас. У морозиві при температурі -20°C переважає кристалізаційна структура. Таке морозиво має щільну консистенцію й досить високу міцність.

Тривалість загартовування залежить від складу морозива, температури навколишнього середовища, застосовуваного устаткування (швидкоморозильні апарати, розсільний генератор, холодильні камери й ін.), виду упакування й ін.

Дрібна порція морозива різноманітна. Порції масою 50, 80 і 100 г випускають у вигляді брикетів на вафлях і без них, ескімо, у папері й вафельних стаканчиках, ріжках з вафель; порції по 250 – 1000 г у коробках у вигляді тортів; порції по 8 – 10 кг розфасовують у гільзи з нержавіючої сталі.

У камерах для загартовування температура підтримується в межах -22 – -30°C . Охолодження відбувається внаслідок випару аміаку в батареях, розташованих у вигляді стелажів. Для забезпечення нормальної циркуляції повітря коробки з морозивом і гільзи встановлюють на деякій відстані друг від друга.

На великих підприємствах процес розфасовки й загартовування морозива повністю механізований.

48.3.7. Зберігання морозива

Загартоване морозиво упаковують у картонні коробки (по 2 – 6 кг) залежно від виду фасування. Потім ці коробки направляють у камери схову з температурою -18 – -25°C і відносною вологістю повітря 85 – 90 %. Температурні коливання в камері не повинні перевищувати $+3^{\circ}\text{C}$, а при тривалому зберіганні морозива не допускаються зовсім. Фасоване морозиво залежно від виду може зберігатися до двох місяців. При випуску з підприємства температура морозива молочних видів повинна бути не вище -10°C , фруктов-ягідного й ароматичного – не вище -12°C .

Таблиця 48.2. Рецептури шоколадної глазури, г на 1 кг

Компонент	Номер рецептури		
	1	2	3
Шоколад кувертюр	–	450	–
Масло какао	65	–	–
Сахарная пудра	195	–	195
Порошок какао	90	–	90
Масло вершкове несолоне, вищий сорт	675	675	740

Глазур та вершковий крем для глазурування морозива виробляється за рецептурами, представленими у таблицях 48.2 та 48.3.

Таблиця 48.3. Рецептури вершкового крему, г на 1 кг

Компонент	Номер рецептури	
	1	2
Молоко цільне згущене з сахаром	300	650
Масло вершкове несолоне, вищий сорт	675	325
Цукор буряковий	46	–
Ванілін	0,15	0,15
Вода	79	125

При цьому, масло повільно розігрівають при температурі 35 – 38 °С у котлах з паровим або водяним обігрівом. У розплавлене масло додають порошок какао або шоколадний кувертюр (порошок какао попередньо змішують із цукровою пудрою). Всю масу ретельно перемішують і виливають із котла невеликими порціями у ванночки для глазурування. При температурі вище 40 °С суміш розділяється на складові частини й масло какао спливає. Така перегріта глазур погано лягає на морозиво. Повторний розігрів надає глазури неприємний смак жиру, тому її готують у кількості, що не перевищує денної потреби.

ГЛАВА 49. ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

ТЕ-

49.1. Загальні питання енергозбереження в харчових технологіях. Основні етапи синтезу і структура технологічної схеми систем

У зв'язку з тим, що Україна на даний момент забезпечена власними енергетичними ресурсами не більше ніж на 40 %, а середня вартість енергії на питомий продукт, який випускається українською харчовою промисловістю, у 1,5 – 2 рази перевищує цей показник для індустріально розвинених країн, більшість діючих українських підприємств підлягають реконструкції з погляду ресурсо- і енергозбереження. При будівництві нових підприємств так само необхідно використовувати сучасні ресурсо- і енергозберігаючі методи проектування.

Один з таких методів, відомий у даний час за назвою пінч-аналіз, з'явився в індустріально розвинених країнах під час нафтової кризи 70-х років двадцятого століття. Пінч-технологія, як буде показано нижче, надає інженерам-конструкторам, технологам і проектувальникам можливість, що принципово відрізняється від існуючих математичних методів, які подібні чорній шухляді.

Структура технологічних процесів багатьох галузей харчової промисловості (молочної, цукрової, спиртової, м'ясної, виробництва патоки, інвертного сиропу, органічних кислот і ряду інших) у багатьох випадках подібна структурі технологічних процесів хімічних виробництв. Технологічні процеси ряду галузей харчової промисловості можуть бути класифіковані як хіміко-технологічні системи, тому що їхнє протікання супроводжується хімічними реакціями в апаратах, що застосовуються в хімічній технології: пастеризатори, стерилізатори, випарні установки, теплообмінне устаткування, котли-реактори й ін. Ці процеси супроводжуються переносом (передачею) теплоти: при екзо- і ендотермічних реакціях, у процесах сушіння, кристалізації, адсорбції, ректифікації й ін.

Проектування підприємств харчової промисловості може бути розділене на два рівні. Перший рівень – це проектування індивідуальних установок, таких як, реактори, печі, системи розподілу, теплооб-

мінні апарати, сушарки і т.д. Другий рівень – це об'єднання цих установок в інтегровані системи виробничих процесів. Пінч-аналіз зв'язаний із другим рівнем. Технологія проектування індивідуальних установок добре розвинена, але задача вибору оптимального розміщення апаратів і їхньої взаємодії надзвичайно складна. Для рішення цієї задачі в пінч-аналізі розроблені методи і правила, що базуються на основних термодинамічних законах.

Ці технологічні системи харчової промисловості характеризуються великою кількістю прямих, обвідних, рециркулюючих, що розгалужуються і з'єднуються матеріальних потоків, які утворюють систему або підсистему підприємства, до якої можна застосувати методи системного аналізу.

Основні етапи синтезу технологічних систем можна представити в наступному плані:

- вибір видів фізико-хімічних процесів перетворення сировини в необхідні продукти;
- установлення взаємозв'язків між цими фізико-хімічними процесами з розробкою повної технологічної системи.

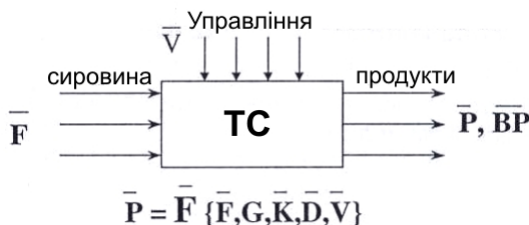


Рисунок 49.1. Умове позначення технологічної системи:

G – технологічна структура; K – конструкційні параметри;

D – технологічні параметри; F – сировина

У складних виробництвах перетворення сировини в необхідні продукти звичайно не можна здійснювати в один етап (рис. 49.1). Тому технологічна система складається з декількох технологічних процесів або операцій, на кожній з яких відбуваються проміжні фізико-

хімічні перетворення (хімічні реакції, процеси розподілу, змішування, нагрівання, охолодження, зміни розмірів часток і ін.).

Після вибору видів необхідних технологічних процесів устанавлюються взаємозв'язки між ними, у результаті чого генерується повна схема технологічної системи, що реалізує усі фізико-хімічні перетворення вихідної сировини в кінцевий продукт.

Після генерування структури технологічної схеми можна перейти до побудови математичної моделі.

Математична модель технологічної системи дозволяє прогнозувати її поведінку. Побудувавши математичну модель технологічної системи, можна розрахувати витрати, склад, температуру і тиск для кожного технологічного потоку системи.

Математична модель технологічної системи повинна передбачати значення витрат, склад, температуру і тиск продуктів. Вона також дозволяє розраховувати геометричні розміри окремих одиниць устаткування (апаратів і машин різних технологій) і спрогнозувати кількість необхідної сировини і споживаної енергії.

Після цього можна розрахувати показники властивостей технологічної системи – стійкість, чутливість, надійність, безпеку і т.д.

Показники ефективності технологічної системи:

- економічні;
- екологічні;
- надійність і технологічна безпека;
- простота контролю і керування;
- гнучкість;
- працездатність і тривалість часу виробництва і т.д.

Деякі показники ефективності технологічної системи, наприклад, економічні й екологічні, можна точно розрахувати. Інші, наприклад, гнучкість – не можна. У цьому випадку необхідно використовувати експертні оцінки проектувальників.

Синтез і оптимізація технологічної системи (внесення змін у проект технологічної системи для поліпшення його економічних показників) включає два види задач:

- структурна оптимізація технологічної системи – синтез і оцінка альтернативних технологічних схем (структур);

- параметрична оптимізація технологічної системи – зміна параметрів технологічних процесів і апаратів усередині кожної структури системи.

Таким чином, проектування складних технологічних систем складається з трьох задач:

- синтез технологічної схеми системи;
- побудова математичної моделі аналізу технологічної системи;
- оптимізація технологічної системи.

Три етапи проектування, що вказані вище, впливають один на одного, тому виникає необхідність їхнього спільного рішення, тобто сам процес проектування також є системною задачею.

49.2. Методика проектування технологічних систем

Може показатися, що завжди можна знайти всі альтернативні варіанти структур технологічних систем, принаймні, всі істотні варіанти. Але практика показує, що навіть давно розроблені структури технологічних систем усе ще удосконалюються, що свідчить про те, як важко здійснювати синтез оптимальних ресурсозберігаючих технологічних систем, що не наносять збитку навколишньому середовищу.

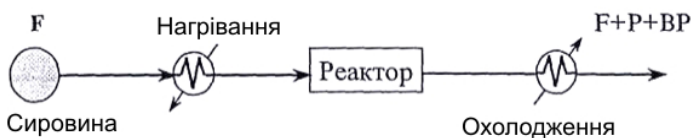


Рисунок 49.2. Схема методики проектування
(P – продукт, BP – побічний продукт).

Як зазначено вище, через велику складність процедура системного проектування технологічної системи не може бути проведена в один етап. Тому існує визначена послідовність етапів проектування (ієрархія проектування) складних технологічних систем, що припускає послідовну багатоступінчасту процедуру, яку часто порівнюють з цибудиною, що має складну структуру.

Розглянемо в найбільш загальному виді сучасну методику проектування технологічних систем (рис. 49.2).

Як правило, для перетворення складних потоків сировини – F у продукт – P потрібен реактор.

Вибір типу і конструкції реактора:

- реактори безперервної, періодичної або напівперіодичної дії;
- ємнісні або трубчасті реактори;
- ізотермічні, адіабатичні або політропічні реактори.

Вибір структури реакторної підсистеми:

- одиночний реактор;
- реактори, з'єднані паралельно або послідовно;
- реакторна система з рециклом або без нього.

Розрахунок технологічних показників ефективності кожного реактора і реакторної системи в цілому:

- ступінь перетворення;
- селективність;
- вихід цільового продукту.

Проектування технологічних систем звичайно починають з вибору сировини і визначення продуктів реакції, ступеня перетворення в реакторі і т.д.

Як правило, сировина (живлення) у реакторі технологічних систем, до яких відносять і велику частину технологій харчових виробництв, реагує не цілком. Крім того, частина сировини реагує з утворенням побічного продукту – BP поряд з необхідним цільовим продуктом. Тому, щоб виділити цільовий продукт із заданою чистотою в структурі технологічних систем, необхідна система розподілу.

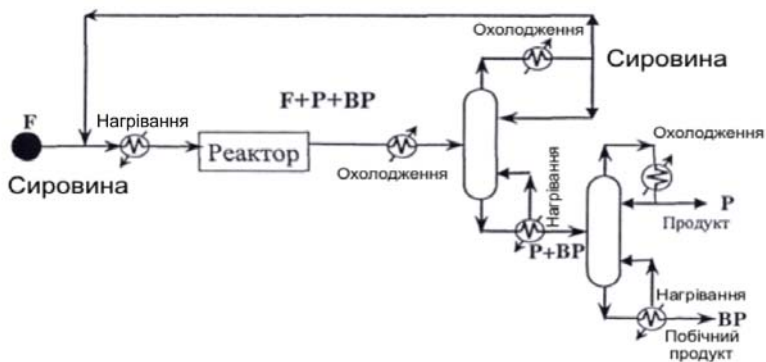


Рисунок 49.3. Система розподілу – другий рівень

На рисунку 49.3 показана можлива система розподілу, що складена з двох ректифікаційних колон. Очевидно, що такий варіант технологічної схеми занадто неефективний з погляду споживання енергії. Тому, треба забезпечити рекуперацію теплоти обраних технологічних потоків системи розподілу.

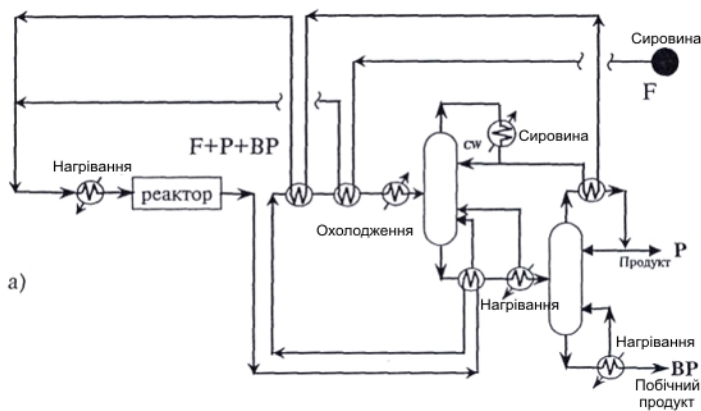


Рисунок 49.4. Система теплообміну з урахуванням матеріальних і енергетичних балансів – третій рівень

Рекуперувати тепло в структурі технологічних систем можна шляхом об'єднання (інтеграції) теплових потоків систем за рахунок обміну тепла між тими потоками системи ректифікації, які потрібно охудити і тими, котрі потрібно нагрівати. На рисунках 49.4 та 49.5 показані два можливих варіанти теплообмінної системи в структурі системи розподілу, але можна запропонувати величезну безліч інших варіантів інтеграції теплоти внутрішніх потоків системи розподілу.

Зміни конструкції і параметрів реактора впливають на склад вихідного технологічного потоку: на виході змінюється концентрація сировини – F , збільшується концентрація продукту – P і побічного продукту – BP .

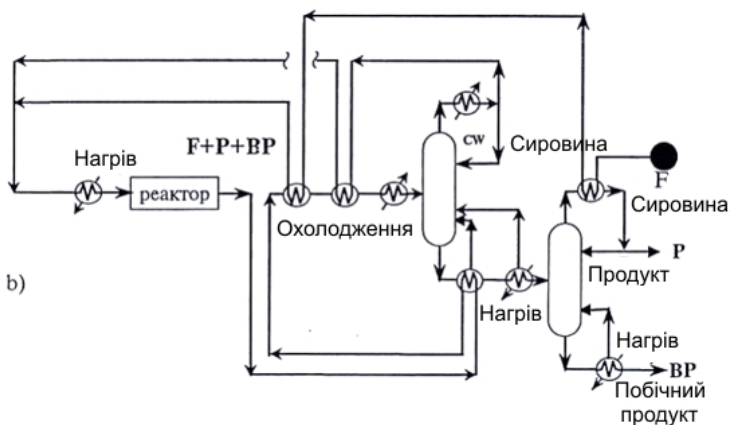


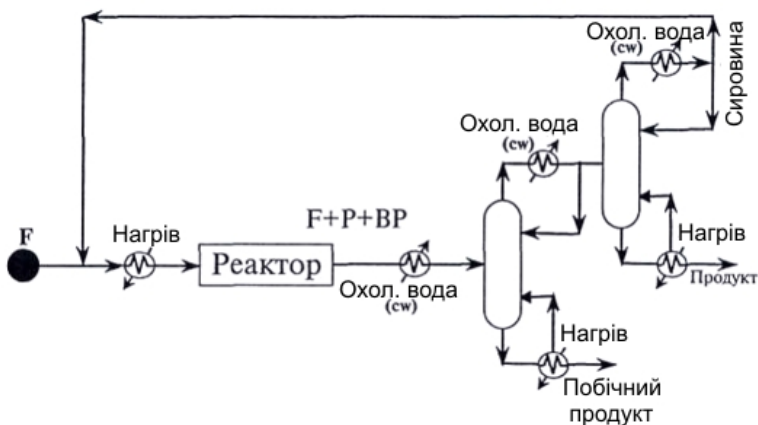
Рисунок 49.5. Система теплообміну з урахуванням матеріальних і енергетичних балансів – третій рівень (другий варіант).

Корисно також досліджувати зміни в конструкції і проектних характеристиках самого реактора. Наприклад, можна було б збільшити розмір реактора для збільшення кількості реагуючої в ньому сировини. Тепер на виході з реактора буде менше сировини, але більше продукту і побічного продукту. Але може вийти так, що збільшення виходу побічного продукту виявиться більше, ніж збільшення виходу цільового продукту. Таким чином, на виході з реактора будемо мати ті ж три компоненти, але буде менше концентрація сировини, більше


```

    graph LR
      F((F)) --> HE1((Heat Exchanger 1))
      HE1 --> R[Реактор]
      R --> HE2((Heat Exchanger 2))
      HE2 --> Out((F+P+BP))
      W1[W] --> HE1
      HE1 --> W1_out[W]
      W2[W] --> HE2
      HE2 --> W2_out[W]
  
```

На рисунку 49.7 показаний можливий варіант системи розподілу, що відрізняється від розглянутого вище. Як бачимо, у ньому існує об'єднання (інтеграція) теплових потоків. Але видно, що ця система розподілу далека від досконалості. Необхідно досліджити схеми системи розподілу з інтеграцією (рекуперацією) тепла внутрішніх технологічних потоків систем.



На рисунках 49.8 та 49.9 показані два можливих варіанти технологічних схем системи розподілу з рекуперацією тепла внутрішніх теплових потоків з безлічі можливих варіантів. Оцінити різні варіанти

технологічних схем системи розподілу можна шляхом їхнього моделювання і розрахунку економічних (вартісних) показників.

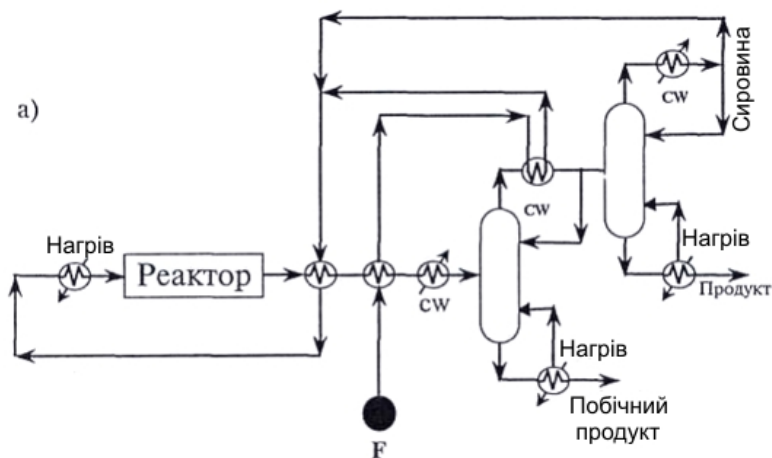


Рисунок 49.8. Рекуперація тепла (варіант 1)

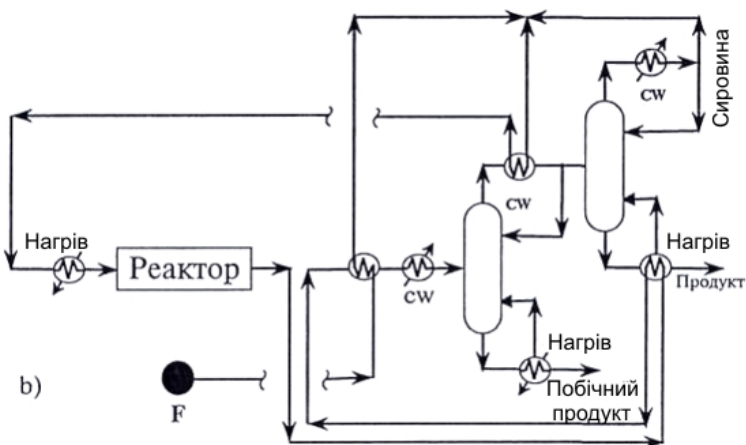


Рисунок 49.9 – Рекуперація тепла (варіант 2).

Задача синтезу технологічних систем має подвійну складність. При оптимізації структури технологічних систем може бути безліч

шляхів здійснення кожної окремої стадії процесу і безліч шляхів взаємних ув'язувань окремих технологічних процесів. Після цього, нам ще прийдеться моделювати й оптимізувати робочі параметри для безлічі варіантів структур технологічних систем. На перший погляд це здається задачею нездоланної складності, але є загальні підходи для технологічного проектування, що представлені нижче.

49.3. Ієрархія технологічного проектування виробництв, цибулинна діаграма

Як і будь-який складний процес, процес проектування не може бути проведений в один етап. Тому існує визначена послідовність етапів проектування (або ієрархія проектування).

За схемою «цибулини» процедура проектування технологічних систем починається з вибору реактора, у якому відбуваються основні перетворення сировини в продукти. Таким чином, проектування реактора або реакторної підсистеми є найважливішим внутрішнім шаром «цибулини» – серцевиною (49.10).

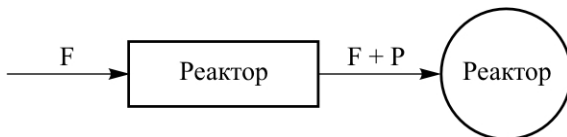


Рисунок 49.10. Перший етап проектування – починається з реакторного блоку

Спроектований реактор задає параметри системи розподілу і рециркулювання. Таким чином, проектування системи розподілу і рециркулювання йде за проектуванням реактора. Система розподілу являє собою другий шар діаграми «цибулини» (рис. 49.11).

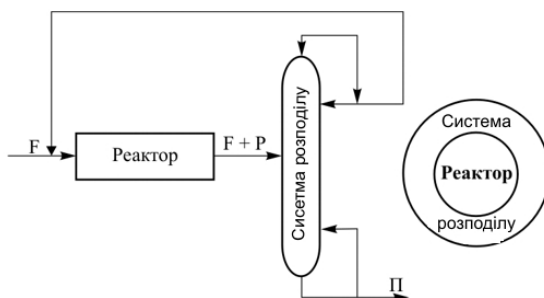


Рисунок 49.11. Другий етап проектування, коли відомі параметри реактора, можна задавати параметри системи розподілу

Реактор і система розподілу задають тепловий і матеріальний баланси системи. Тому тепер можна проектувати систему теплообмінників, щоб досягти необхідних температур.

Таким чином, проектування системи теплообмінників є третім шаром «цибулини» (рис. 49.12).

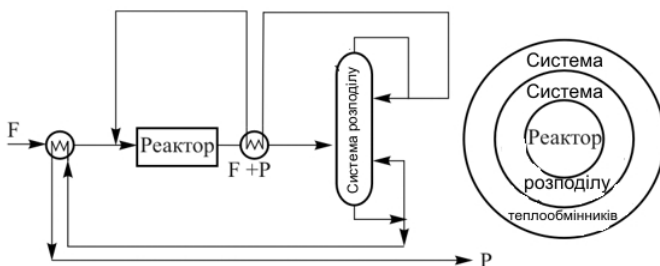


Рисунок 49.12. Третій етап проектування, коли відомі параметри реактора і системи розподілу, можна задавати параметри теплообмінників

Коли відомі параметри, системи розподілу і системи теплообмінників, можна задавати параметри енергопостачальників і енергоспоживачів (рис. 49.13).

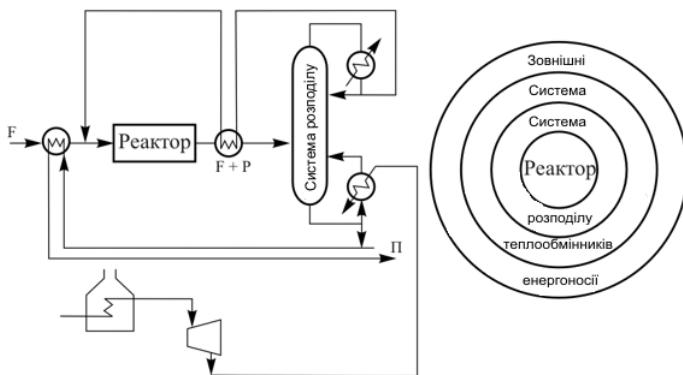


Рисунок 49.13. Четвертий етап проектування

Ті теплові навантаження, які не можна реалізувати за допомогою рекуперації тепла вимагають підведення зовнішніх джерел енергії (пар, прохолоджуюча вода і т.д.). Проектування системи енергопостачальників є четвертим етапом, і відповідно четвертим шаром «цибулини».

Синтез структури й оптимізація параметрів реакторної системи і системи розподілу часто є єдиними і найважливішими задачами проектування технологічних систем. Звичайно існує багато варіантів і неможливо їх цілком оцінити доки не завершено повне проектування зовнішніх шарів «цибулини». Наприклад, без попередньої повної оцінки варіантів неможливо оцінити яка схема є кращою – базова схема на рисунку 49.8 або варіант схеми на рисунку 49.9. Причому усі вони повинні бути розраховані, включаючи систему енергопостачальників і т.д. Такий повний пошук звичайно займає занадто багато часу і ресурсів, щоб його можна було здійснити на практиці.

Надалі буде представлений підхід, відповідно до якого деякі ранні рішення (тобто рішення по реактору і блоку розподілу) можна оцінити без повного проектування зовнішніх шарів «цибулини».

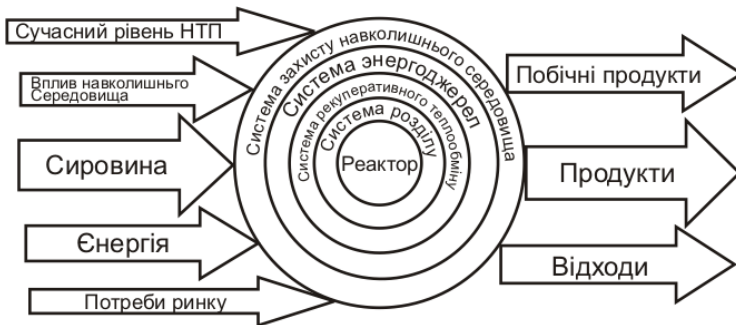


Рисунок 49.14. Діаграма «цибулини»

Таким чином, проектування технологічних систем припускає послідовну багатоступінчасту процедуру, що часто порівнюють з «цибулиною», що має шарувату структуру (49.14).

Можливі два підходи до проектування технологічних систем:

- побудова мінімальної структури;
- побудова й оптимізація структури, що допускає зменшення.

У широкому змісті на практиці існують два підходи до проектування технологічних систем. Це – побудова мінімальної структури і побудова структури, що допускає спрощення.

49.4. Побудова мінімальної структури

Побудова мінімальної структури засновано на «логіці цибулини». У цьому випадку проектування починається з вибору реактора, а потім рухається до зовнішніх шарів «цибулини» шляхом додавання систем розподілу, теплообмінників і т.д. На кожному етапі рішення приймаються на основі інформації, доступної на даній стадії. На жаль, часто потрібна також інформація, яку можна одержати тільки на наступних етапах проектування технологічних систем. Тому приходиться приймати рішення, ґрунтуючись на неповній інформації.

Цей підхід являє собою серію кращих локальних рішень. При цьому зберігається мінімально можлива структура технологічних систем, а зайві елементи не додаються.

Розробка мінімальної структури має переваги підходу – проектувальник зберігає контроль над основними рішеннями по мірі розробки проекту технологічних систем.

Недоліки підходу:

- для розробки й економічної оцінки кращого варіанта технологічної системи потрібно цілком розробити і мінімізувати багато проектних варіантів;

- можна не помітити переваги деяких варіантів технологічних систем через складну взаємодію між одиницями устаткування.

Таким чином, цьому підходові властиві і переваги і недоліки. Основною перевагою є те, що проектувальник зберігає контроль над прийняттям основних рішень шляхом використання, як чисельних даних, так і технологічних знань.

Залишаються два головних недоліки: щоб бути упевненим, що ми вибрали кращі рішення, потрібно оцінити усі варіанти технологічних систем. Але щоб оцінити кожен варіант технологічної системи, його потрібно цілком розробити й оптимізувати. Таким чином, потрібно розробити й оптимізувати безліч проектних варіантів технологічної системи, щоб знайти кращий з них.

Навіть, розробивши й оцінивши багато варіантів, не можна гарантувати, що знайдено дійсно кращий. Між різними одиницями устаткування в технологічній схемі можуть здійснюватися складні взаємодії. Прагнення зберегти схему простою і не додавати устаткування на ранніх стадіях проектування технологічних систем може привести до того, що будуть не замічені переваги від взаємодії між різними одиницями устаткування в більш складній схемі.

49.5. Побудова й оптимізація структури, що допускає зменшення

При підході побудова й оптимізація структури, що допускає зменшення, спочатку створюється гіпотетична узагальнена технологічна схема системи, яку називають суперструктурою або гіперструктурою. Вона містить усередині себе всі можливі технологічні операції і взаємозв'язки, що потенційно можуть бути оптимальним варіантом структури технологічної системи і на початку надлишкові елементи убудовані в цю гіперструктуру.

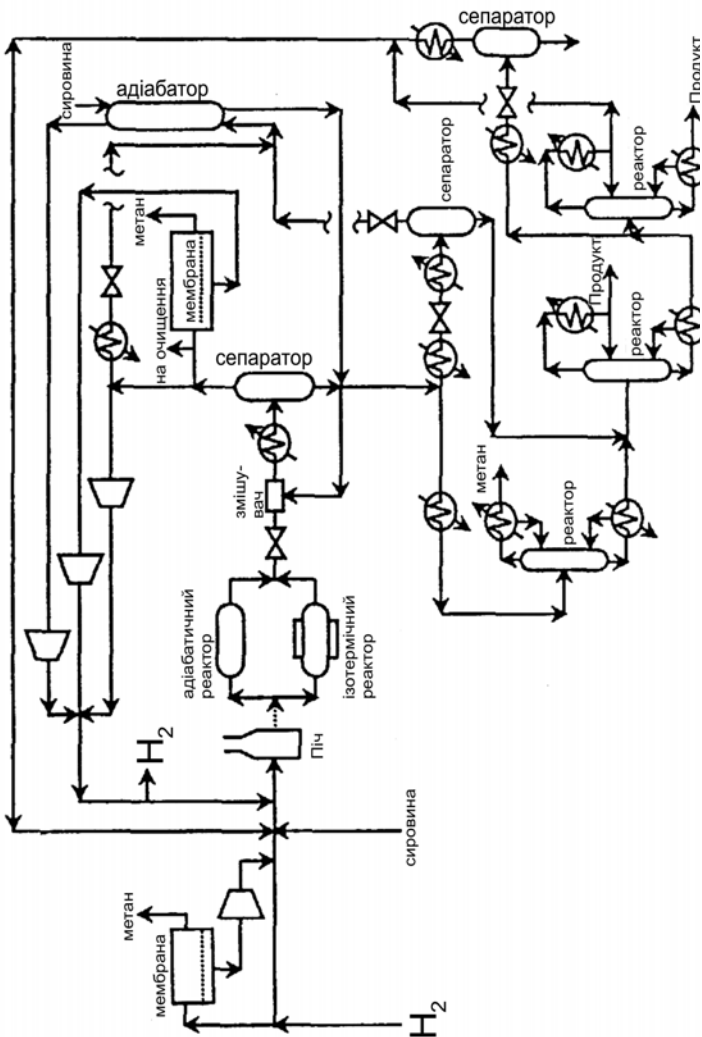


Рисунок 49.15. Технологічна схема виробництва вуглеводневої сировини

Тут показана можлива структура технологічної системи по виробництву вуглеводневої сировини (рис. 49.15). Водень подається з метаном у якості домішки. Тому в цій суперструктурі убудований і варіант очищення водню від метану і варіант прямого напрямку неочищеного водню (з метаном) у реакцію.

Оскільки потрібне нагрівання до високої температури, то піч розглядається як єдино можливий нагрівач. Наприклад, у схему вбудовуються два альтернативних варіанти реактора – ізотермічний і адіабатичний.

Таким чином, надлишкові елементи включені, для спроби гарантувати, які всі елементи, що можуть бути частиною оптимального рішення дійсно включені в схему. Далі проектна задача формулюється як математична з проектними рівняннями, нерівностями і перемінними. Проектні рівняння – рівняння, що моделюють одиниці устаткування.

Перемінні можуть бути двох типів. Перший тип описує функціонування кожної одиниці устаткування (витрата, температура, тиск), її розмір (обсяг, поверхня теплопередачі і т.д.), а також вартісні показники цих апаратів. Оскільки залежність проектних рівнянь від перемінних описується безупинно (дискретно), то ці перемінні називаються безперервними. Другий тип перемінних необхідно привести для прийняття рішень про структуру технологічної схеми. Вони описують існування даного апарата або потоку. Іншими словами ці перемінні дорівнюють одиниці, якщо апарат або потік існує, і нулеві, якщо апарат або потік відсутній.

Після того як задача сформульована математично, вона вирішується за допомогою алгоритму оптимізації. При цьому оптимізують економічні перемінні: у ході структурної і параметричної оптимізації. Якщо нечисленна перемінна оптимізується до нуля, то даний елемент виключається зі структури і вона має меншу складність.

На рисунку 49.16 показано, як у процесі оптимізації гіперструктури технологічної системи можна вилучити мембранний роздільник для очищення потоку сировини, а також ізотермічний реактор і багато інших елементів початкової гіперструктури.

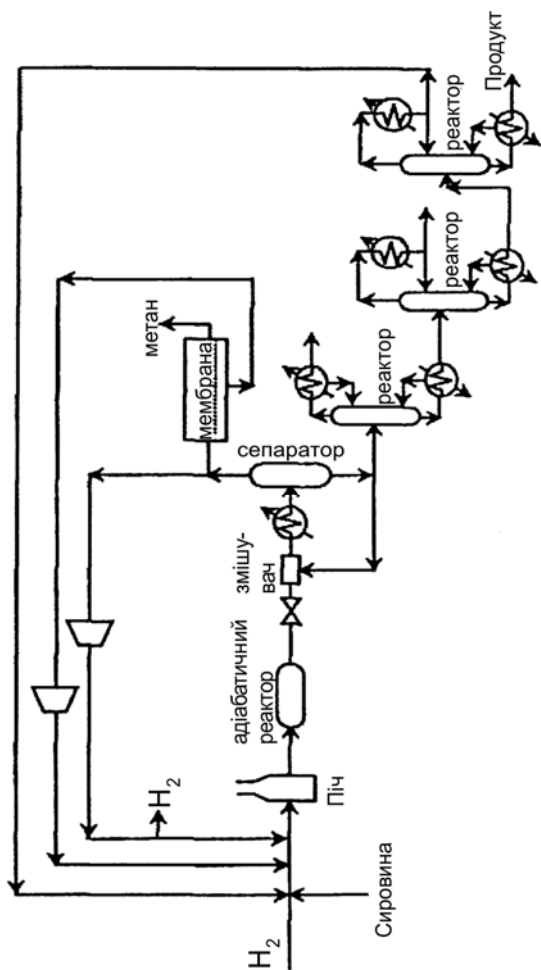


Рисунок 49.16. Технологічна схема виробництва вуглеводневої сировини (другий варіант)

Таким чином, побудова й оптимізація гіперструктури, що допускає спрощення, має переваги підходу:

- одночасно можна розглядати безліч проектних варіантів;
- уся проектна структура технологічної системи може бути описана за допомогою комп'ютерних моделей;

недоліки підходу:

- якщо початкова структура технологічної системи не містить оптимальної, її не можна буде знайти;
- для складної гіперструктури важко знайти оптимальний економічний критерій;
- головне – проектувальник усунутий від процесу прийняття оптимальних рішень.

ГЛАВА 50.

ОСНОВНІ МЕТОДИ ІНТЕГРАЦІЇ В ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМАХ

50.1. Введення в методологію проектування

Відповідно до викладеної в попередній главі методології проектування технологічних систем (ТС), проектування починається з реактора, потім розробляється система розподілу, потім теплообмінна система та система енергоджерел і енергоспоживачів. Здавалося б, що для розробки першого циклу проектування повинні бути розраховані цілком системи теплообмінників і системи енергоджерел. Однак, насправді, повне проектування цих підсистем зовсім не обов'язково для оцінки проекту. Методи, що застосовують сьогодні дозволяють оцінити функціонування всієї технологічної системи без реального повного проектування цих елементів. Досить задати цільові значення по енергії і капітальних витратах для системи теплообмінників і енергосистем. Після цього можна аналізувати швидко і зручно велике число проектних альтернатив.

У той же час, якби ми цілком розраховували ці підсистеми технологічних систем для кожної альтернативи, проаналізувати таку величезну кількість варіантів було б практично неможливо ні по витратах часу, ні по зусиллях. Щоб зрозуміти, як можна задавати цільові показники для системи теплообмінників і енергосистем потрібно чітко представляти, що лежить в основі цього методу.

50.2. Побудова складених кривих енергетичних потоків

Потоки в технологічних системах можна розділити на гарячі, котрі потрібно охолодити і холодні, котрі потрібно нагріти (рис. 50.1 та рис. 50.2).

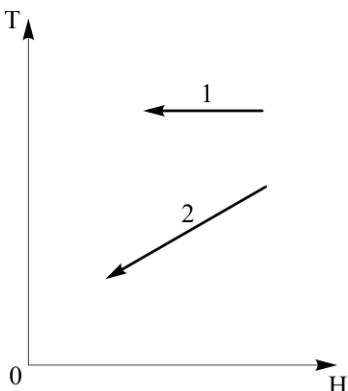


Рисунок 50.1. «Гарячі» потоки технологічних систем у координатах ентальпія (H) – температура (T)

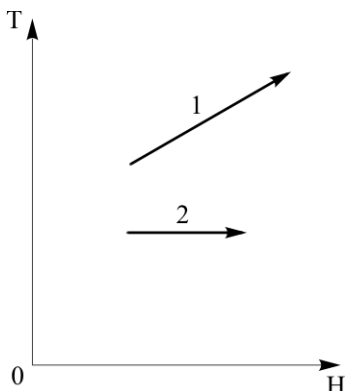


Рисунок 50.2. «Холодні» потоки технологічних систем у координатах ентальпія (H) – температура (T)

Гарячі потоки в технологічних системах можна зобразити в системі координат «ентальпія – температура», вони зображуються у вигляді прямих спрямованих ліній справа наліво, показуючи зменшення ентальпії. Холодні потоки – у системі координат «ентальпія – температура» зображуються у виді ліній спрямованих зліва направо, показуючи збільшення ентальпії.

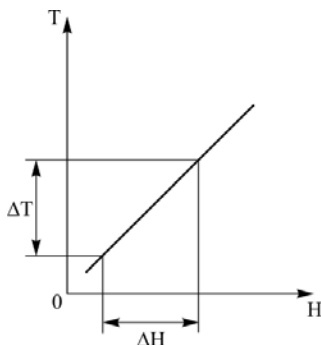


Рис. 50.3. Ентальпійна діаграма в системі «ентальпія (H) – температура (T)»

Відмітимо, що зміни ентальпії технологічного потоку в залежності від зміни його температури відобразити прямою лінією можливо тільки для потоків, теплоємність яких у межах зміни температури потоку можна вважати постійною величиною (рис. 50.3).

Перед тим, як приступати до безпосереднього викладу матеріалу, згадаємо поняття ентальпії і питомої теплоємності.

У дійсності, зв'язок між зміною температури потоку і його тепломісткості – ентальпією у загальному випадку буде виражатися нелінійною функцією прирощення ентальпії потоку при зміні температури і визначається таким способом:

$$dH = c_p m dT \quad (50.1)$$

де c_p – питома теплоємність речовини технологічного потоку при постійному тиску, Дж/(кг·К); m – масовий розхід речовини потоку, кг/с; T – температура, °С; H – тепломісткість потоку, Вт.

Загальна зміна тепломісткості технологічного потоку в межах зміни його температури може бути обчислена за допомогою виразу:

$$\Delta H = m c_p \Delta T, \quad (50.2)$$

а потокова теплоємність може бути обчислена за допомогою виразу:

$$CP = m c_p = \Delta H / \Delta T$$

Розглянемо теплообмінник, на вході в який технологічний потік має температуру 20 °С, а на виході 50 °С (рис. 50.4).

Якщо теплоємність речовини потоку в межах зміни температури $[T_1, T_2]$ залишається постійною, то:

$$\Delta H = m c_p (T_2 - T_1) \quad (50.3)$$

Добуток питомої теплоємності c_p і розхіду m прийнято називати теплоємністю потоку або потоковою теплоємністю і позначати ідентифікатором CP

$$CP = c_p m \quad (50.4)$$

Розмірність потокової теплоємності визначається як $[CP] = \text{Дж}/(\text{К} \cdot \text{с})$.

Відмітимо, що при роботі з методами пінч-анализу необхідно дуже чітко представляти розходження між питомими величинами і поточковими величинами. Потокова теплоємність CP визначає кількість енергії, яку необхідно підвести до потоку, щоб підвищити температуру речовини, що проходить через поперечний переріз потоку за одну секунду на один градус. Формально визначити потокову теплоє-

мність можна, розглянувши потік, що нагрівається в теплообмінному пристрої (рис. 50.4.).

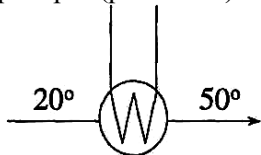


Рисунок 50.4. Визначення потокової теплоємності

Потокову теплоємність можна також визначати як відношення потужності, споживаної технологічним потоком до різниці його кінцевої і початкової температур, $CP = \Delta H / (T_2 - T_1)$, що буває корисно при швидкій оцінці потенціалу енергозбереження діючих підприємств.

З виражень (50.2.) та (50.3.) виходить, що зміна ентальпії потоку ΔH визначає кількість енергії, яку необхідно підвести до потоку, щоб змінити температуру речовини, що проходить за 1 секунду через поперечний переріз потоку від значення T_1 до значення T_2 (50.2.). Звідси видно, що фактично ΔH представляє потужність, яку необхідно підводити до потоку, щоб задовольнити проектним вимогам.

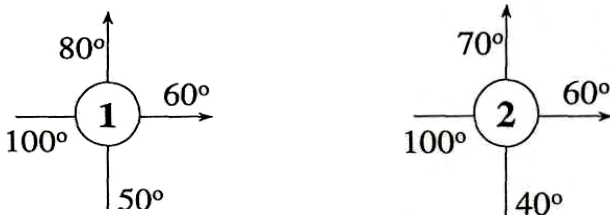


Рисунок 50.5. Схема для визначення мінімальної різниці температур між теплоносіями в теплообмінних апаратах

Наприклад, поставлено задачу для мінімальної різниці температур $\Delta T_{\min} = 20^\circ\text{C}$ у технологічних системах. Визначимо, який з теплообмінників (рис. 50.5) порушує вимоги $\Delta T_{\min} = 20^\circ\text{C}$. Припускаємо, що в технологічній системі обидва теплообмінники протитоківі.

Оскільки зміна теплоємності по абсолютній величині однакова для холодного і гарячого потоку, ми легко визначимо ΔT_{\min} . Перший теплообмінник має мінімальну температурну різницю між теплоносіями 10°C , а другий – 20°C (рис. 50.6).

При зображенні даних енергопотоків на ентальпійній діаграмі в системі координат температура – ентальпія, можна легко знайти

який з теплообмінників порушує задане значення ΔT_{\min} . Це теплообмінник № 1.

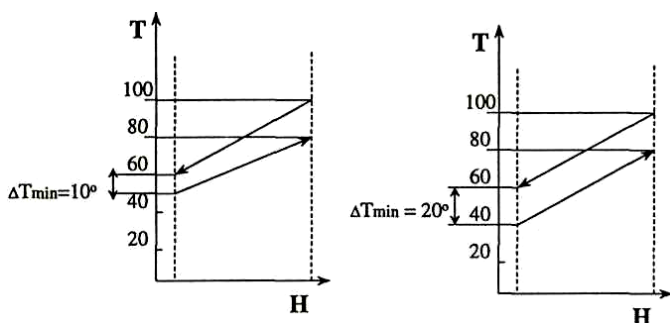


Рисунок 50.6. Температурно – ентальпійні діаграми для теплообмінників

Розглянемо збалансований протиточний теплообмінник (рис. 50.7), для якого:

$$Q = |\Delta H| = CP \Delta T = 0,3 \cdot 40 = 0,4 \cdot 30; \text{ тобто } Q = 12 \text{ МВт.}$$

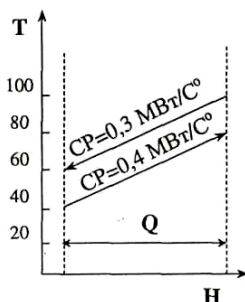


Рисунок 50.7. Температурно-ентальпійні діаграми для теплообмінника

Коли мова йде про збалансований протиточний теплообмінник, мають на увазі, що теплота, споживана холодним потоком і теплота, що віддається гарячим, рівні по величині. Нехай у технологічній системі знаходиться по одному гарячому й одному холодному потоку (рис. 50.8).

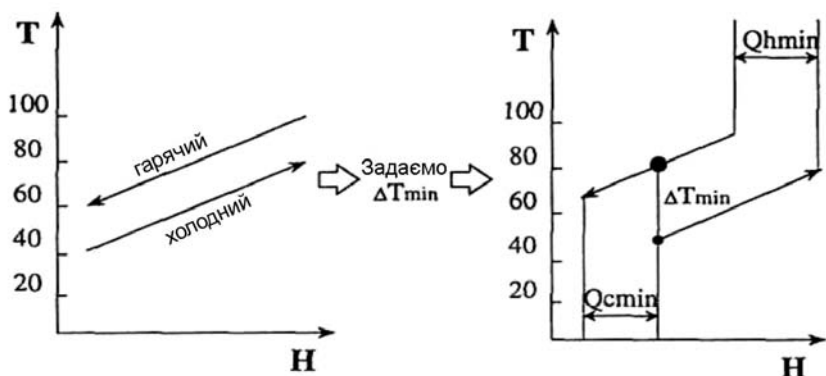


Рисунок 50.8. Діаграми ентальпія (H) – температура (T)

Різниця температур – рушійна сила процесу теплопередачі в технологічних системах. Це добре видно на графіку ентальпія – температура (рис. 50.8). Задавши значення ΔT_{\min} , ми можемо визначити, скільки тепла потрібно додати в систему. Ті частини енергопотоків, що перекриваються, показують, скільки тепла можна рекуперувати, іншими словами, яку кількість холодного потоку можна нагріти за допомогою гарячого, і яку кількість гарячого потоку можна охудити за допомогою холодного. Ті відрізки, що не перекриваються, показують яку кількість енергії потрібно підвести ззовні або відвести зовні, щоб необхідний теплообмін відбувся при заданій ΔT_{\min} .

Таким чином, для системи з одним гарячим і одним холодним потоком і заданій ΔT_{\min} , визначення кількості додаткового тепла, що підводиться і відводиться, досить очевидно.

Розглянемо схему простого технологічного процесу, що має два реактори, систему розподілу і рецикл.

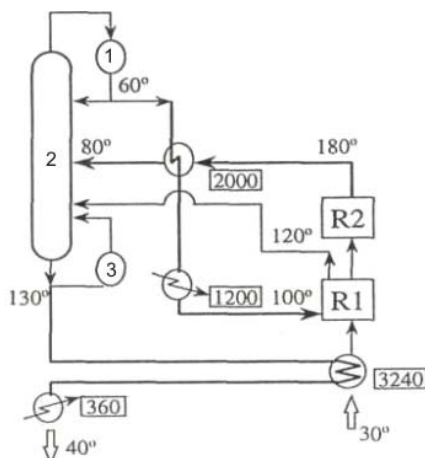


Рисунок 50.9. Технологічна схема: 1 – конденсатор;
2 – система поділу; R1 і R2 – реактори; 3 – котел

Система теплообміну має чотири теплообмінних апарати, два рекуперативних теплообмінники, один теплообмінник, що підігріває потік рециклу за допомогою конденсації пари й один теплообмінник, у якому охолоджується продукт, що виходить з установки. У теплообміннику для охолодження використовується технічна вода. Введемо в систему кілька гарячих і холодних потоків (рис. 50.9).

Аналіз технологічної схеми технологічної системи починається з визначення джерел теплоти (гарячі потоки) і стоків теплоти (холодні потоки). Технологічна схема має два гарячих і два холодних потоки, що можуть брати участь у теплообміні. У пінч-аналізі початкові температури технологічних потоків звичайно називають температурами постачання і позначаються T_s , а кінцеві температури потоків звичайно іменуються цільовими температурами і позначаються T_r . Постачальні і цільові температури потоків зазначені на технологічній схемі, там же зазначені теплові навантаження, тобто ми в даному випадку можемо визначити потокову теплосмість потоків як відношення і записати отримані дані в таблицю 50.1

$$CP = \frac{\Delta H}{T_s - T_t} \quad (50.5)$$

Таблиця 50.1. Потокові дані для процесу на рис. 50.9

№ потоку і типа	Температура постачання T_s , °C	Цільова температура T_t , °C	Потокова теплоємність CP , кВт/°C	Теплове навантаження ΔH , кВт
1 гар.	180	80	20	2000
2 гар.	130	40	40	3600
3 хол.	60	100	80	-3200
4 хол.	30	120	36	-3240

Використовують допоміжні теплоносії (утиліти) – пар при температурі 200 °C и охолоджуюча вода 25 °C→30 °C. Процес споживає від зовнішніх джерел енергію потужністю 1200 кВт а потужність, що відводиться від процесу до охолоджуючої води 360 кВт.

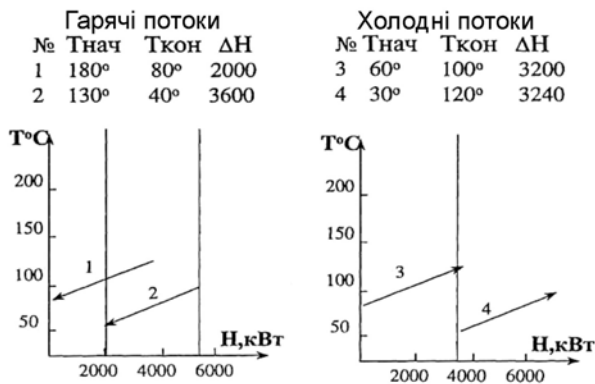


Рисунок 50.10. Гарячі і холодні потоки технологічної системи в системі координат температура – ентальпія

Запишемо ентальпійний баланс для розглянутої технологічної системи (рис.50.10). Різниця між потужністю споживаної від гарячих утиліт і потужністю, що відбирається від процесу за допомогою холо-

дних утиліт, дорівнює дисбалансові в ентальпії між гарячими і холодними потоками. У нашому випадку вона дорівнює 840 кВт.

Ми підійшли до одного з ключових понять в області інтеграції процесів – складених теплових кривих технологічної системи (рис. 50.11 і рис. 50.12). Розглянемо методику побудови гарячої складеної кривої.

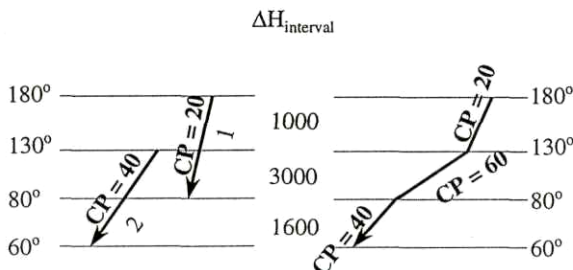


Рисунок 50.11. Гарячі потоки технологічної системи на ентальпійній діаграмі в системі координат ентальпія (H) – температура (T)

Для того щоб скомбінувати два гарячих потоки в одній технологічній системі потрібно спочатку їх $T_{\text{нач}}$ і $T_{\text{кон}}$ розташувати в порядку убутання. Таким чином, одержуємо температурні інтервали (у даному випадку 3 інтервали).

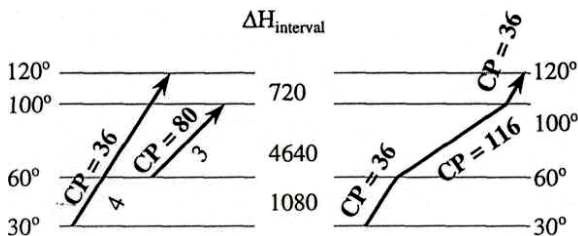


Рисунок 50.12 – Холодні потоки технологічної системи на ентальпійній діаграмі в системі координат ентальпія (H) – температура (T)

Після цього викреслюються потоки від відповідної $T_{\text{нач}}$ до $T_{\text{кон}}$ із нахилом рівним $1/CP$ (CP – потокова теплоємність), щоб відобразити відповідну зміну ентальпії. У першому інтервалі існує тільки один потік ($CP=40$). На другому інтервалі цей потік комбінується з іншим

гарячим потоком, і CP стає рівної 60. Аналогічна процедура здійснюється для інших температурних інтервалів. Результуюча крива називається гарячою складеною кривою.

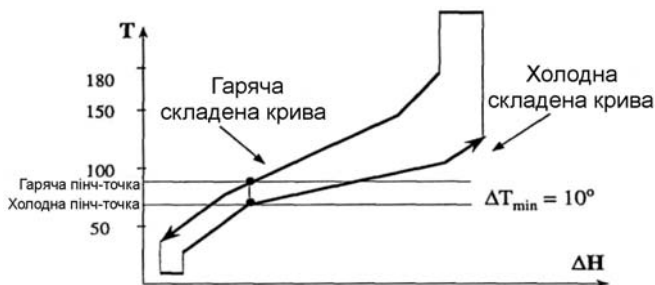


Рисунок 50.13. Складені теплові криві

Аналогічно виходить холодна складена крива технологічної системи шляхом комбінування холодних потоків (рис. 50.12). Поєднуючи гарячу і холодну складені криві на одному графіку, ми зводимо всю задачу до «одного гарячого потоку» і «одного холодного потоку» системи (рис. 50.13).

50.3. Визначення енергетичних цілей об'єктів проектування

Перекриваємо ці складені криві (гарячу і холодну) одну над іншою до одержання мінімального інтервалу між ними ΔT_{\min} . У підсумку визначаємо мінімальні потреби в гарячому і холодному енергопотці (рис. 50.14).

Цільове значення потреби в гарячому енергоджерелі дорівнює 960 кВт для нашого приклада.

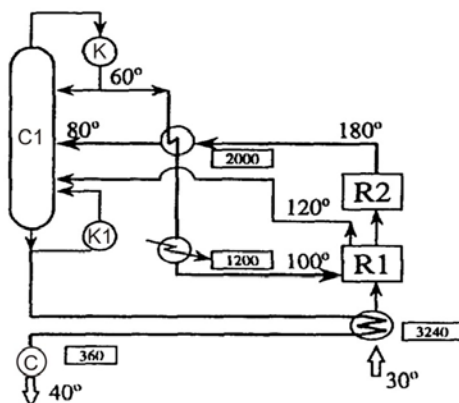


Рисунок 50.14. Технологічна схема з двома реакторами R1 і R2 і системою поділу C1; К – конденсатор; K1 – котел; С – охолодження, Н – нагрівання, споживання енергії 1200 кВт

Для розглянутого приклада при $\Delta T_{\min}=10\text{ }^{\circ}\text{C}$ потреба технологічної системи в гарячому енергоджерелі дорівнює 960 кВт, а споживає він 1200 кВт (рис. 50.15).

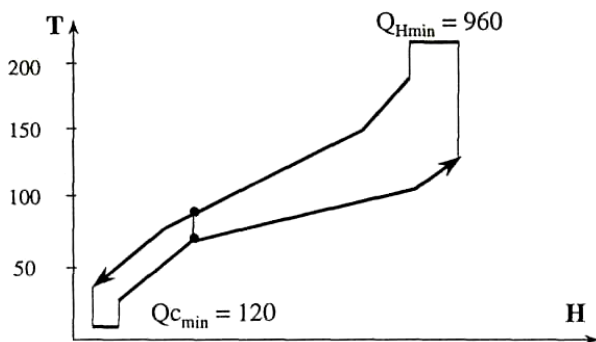


Рисунок 50.15. Визначення потреби в енергоджерелах

Можна задавати цільові показники до початку проектування (рис. 50.15 і рис. 50.16). Споживання тепла у вихідній технологічній системі не обов'язково мінімальне. У

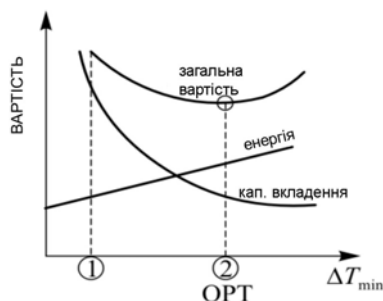


Рисунок 50.16. Економічний компроміс між конкуруючими капітальними розходами і розходами на енергоносії

даному випадку 1200 кВт, але в обох випадках ΔT_{\min} дорівнює $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для вибору оптимального значення ΔT_{\min} технологічної системи необхідно проаналізувати залежність загальної вартості теплообмінної системи, що включає вартість устаткування і вартість зовнішніх утиліт, від величини ΔT_{\min} .

Як же вибрати оптимальне значення ΔT_{\min} для технологічної системи – одне з основних питань для проектувальника.

По мірі зближення складених теплових кривих кількість можливого рекуперуемого тепла збільшується (тому що область перекривання кривих стає більше), а значення теплоти що підводиться енергоджерелом $Q_{h\min}$ і відводить холодоносієм $Q_{c\min}$ зменшуються. І, навпаки, у міру віддалення складених теплових кривих кількість рекуперуемого тепла зменшується, а $Q_{h\min}$ і $Q_{c\min}$ збільшуються (рис. 50.17). Вибір правильного значення ΔT_{\min} ґрунтується на економічному компромісі між капітальними розходами і розходами на енергію. Це означає, що в процесі оптимізації потрібно визначити таке ΔT_{\min} , що приводить до матеріальних витрат, близьких до мінімально можливих.

50.4. Розподіл потоків на теплове джерело і тепловий стік

Пінч-точка – це ентальпійна точка мінімального температурного зближення. Припустивши, що нам уже відоме значення ΔT_{\min} , ми можемо зафіксувати відносне положення складених кривих і, отже, цільові показники енергії.

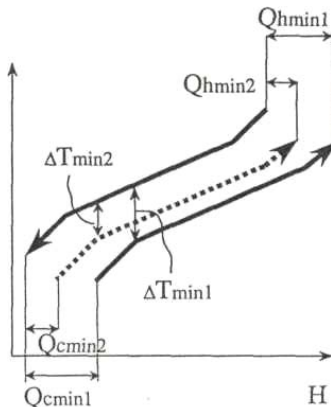


Рисунок 50.17. Приклад зміни положення складених теплових кривих:
 T – температура, H – ентальпія

Пінч задає абсолютну границю рекуперації тепла в технологічній системі. В міру зближення складених теплових кривих вони стикаються в одній точці. Ця точка називається «пінч-точкою» або ентальпійною «точкою мінімального температурного інтервалу» (рис. 50.18).

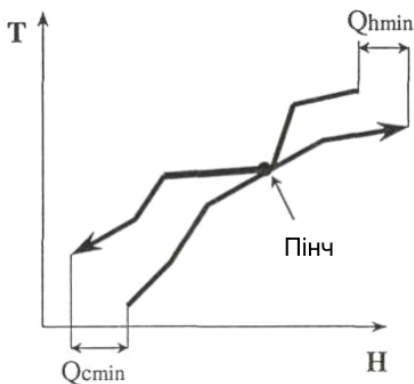


Рисунок 50.18. Приклад позначення «пінч-точки»

Як бачимо, у ній рушійна сила процесу теплообміну між гарячими і холодними потоками в технологічній системі дорівнює нулеві і, отже, не може бути зменшена. Хоча практично це не має сенсу, вона

задає абсолютне обмеження для рекуперації енергії в технологічній системі.

На практиці мінімальна різниця температур у ентальпійній точці не дорівнює нулеві, але проте можливість рекуперації тепла все рівно визначається пінч-точкою (рис. 50.19).

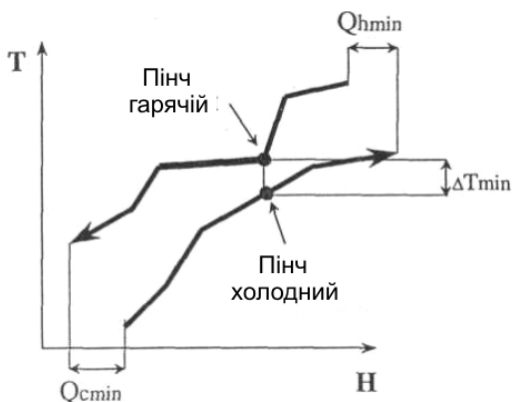


Рисунок 50.19. Пінч-температури холодного і гарячого потоків для реального технологічного процесу, $T_{\text{гар}}$ не дорівнює $T_{\text{хол}}$

Оскільки ця точка показує мінімальну різницю температур у системі, то, мабуть, окремі теплообмінні апарати повинні мати різниця температур не меншу ΔT_{min} . Тому при проектуванні теплообмінної системи вихідною передумовою є припущення про те, що в жодному теплообміннику немає різниці температур меншої, чим ΔT_{min} між складеними кривими.

Можна помітити, що пінч-точка поділяє технологічну систему на дві частин. Область, що лежить нижче пінча відповідає такій підсистемі технологічної системи, у якій тепло, споживане холодними потоками, цілком забезпечується гарячими потоками даної технологічної системи (рис. 50.20).

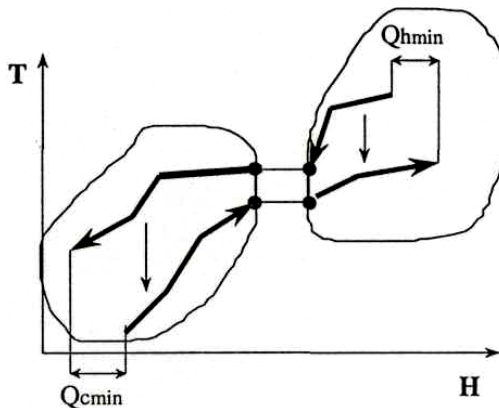


Рисунок 50.20. Пінч поділяє систему на дві частини: теплове джерело і тепловий споживач

Тепло гарячих потоків, що залишається, відводять за допомогою допоміжного енергопотoku, а саме, холодної води. Це значить, що область під пінчем є джерелом тепла. Тепловий баланс тут підтримується за допомогою холодного енергопотoku (холодної води), що відводить Q_{cmin} тепла; додаткового гарячого енергоджерела в цю область технологічної системи підводити нема потреби.

Зворотна картина спостерігається в області вище пінча. Ніяке тепло тут не відводиться. Навпаки, холодні потоки використовують усе тепло гарячих потоків і, крім того, додаткове тепло від енергоджерела (гарячої пари) Q_{hmin} . Підсистема тут поводить як споживач тепла. Таким чином, тепловий баланс у цій області підтримується за допомогою гарячого енергоджерела; додаткового холодного енергоджерела сюди підводити не треба.

Джерело і споживач повинні задовольняти цільовим значенням енергії. Між енергоджерелом і енергоспоживачем теплоти буде спостерігатися баланс тепла, якщо передача тепла через пінч-точку в технологічній системі для існуючих складених теплових кривих відсутня (рис. 50.21).

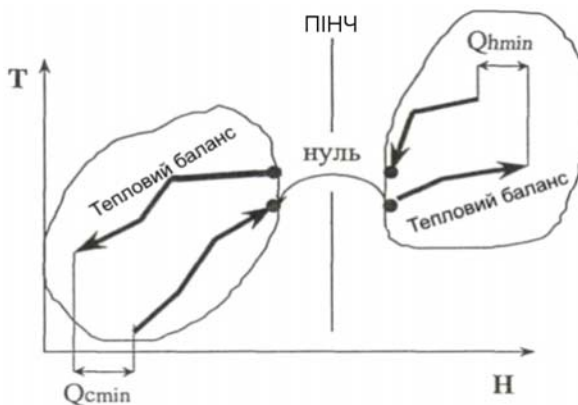


Рисунок 50.21. Тепловий баланс для теплового стоку і теплового джерела; тепловий потік через пінч дорівнює нулеві

Іншими словами, над пінчем і під пінчем підсистеми цілком збалансовані. Причому гаряче енергоджерело буде тільки в області вище пінч-точки, а холодний енергоспоживач – тільки в області нижче пінч-точки (рис. 50.22).

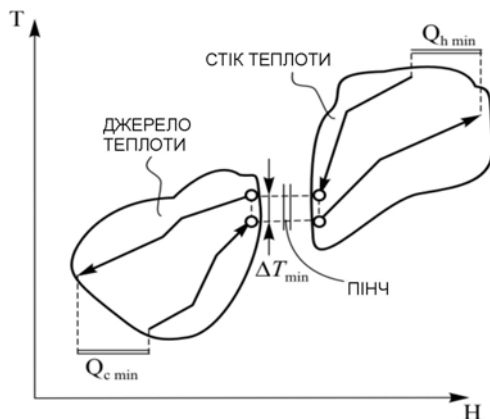


Рисунок 50.22. Передача тепла через пінч-точку

50.5. Варіанти взаємодії між підсистемами теплове джерело – тепловий стік

Розглянемо тепер можливість передачі тепла між двома підсистемами, що утворилися, на основі аналізу здвинutih складених кривих.

З рисунка 50.23 бачимо, що передача тепла в технологічній системі від гарячих потоків над пінч-точкою до холодних потоків під пінч-точкою можлива. Нехай у пінч-точці температура для гарячих потоків 150°C , для холодних – 140°C .

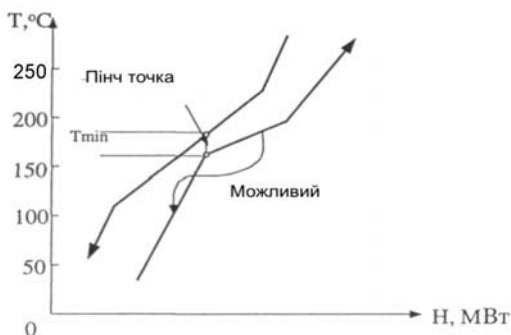


Рисунок 50.23. Можливість передачі теплоти від підсистеми потоків

Передача тепла з області над пінчем в область під пінчем означає передачу тепла від гарячих потоків з температурою як мінімум 150°C к холодним потокам з температурою 140°C або нижче. Ясно, що це можливо. На практиці дуже часто використовують гарячі потоки над пінчем для нагрівання холодних потоків під пінчем: рушійна сила цього процесу теплопередачі позитивна і більше ΔT_{\min} .

На противагу вищевикладеному (рис. 50.23), передача тепла від гарячих потоків з області під пінч-точкою до холодних над пінч-точкою неможлива (рис. 50.24). Це зажадало б передачу тепла від гарячих потоків з температурою 150°C або нижче до холодних потоків з температурою 140°C або вище.

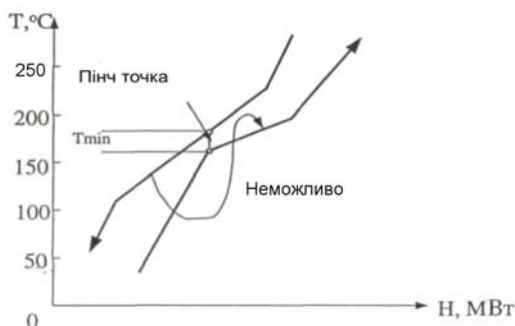


Рисунок 50.24. Передача теплоти від підсистеми потоків неможлива

З цього випливає, що якщо ми передаємо α одиниць тепла через пінч, $Q_{h\min}$ і $Q_{c\min}$ збільшуються на величину теплоти α (рис. 50.25).

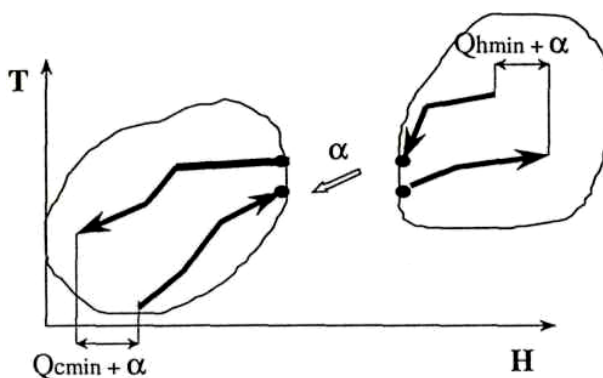


Рисунок 50.25. Передача α одиниць тепла

Якщо ми будемо передавати α одиниць тепла з області над пінчем в область під пінчем, як показано на рисунку, то в області над пінчем виникає дефіцит тепла, його величина буде α . Єдиним способом виправити це положення буде підведення ззовні додаткового тепла α від гарячого енергоджерела.

В області під пінчем тепер надлишок тепла α , тому його треба відводити за допомогою додаткового потоку холодоагенту (холодної води).

Аналогічні ефекти викликані неправильним використанням енергоджерел у технологічній системі. Енергоджерела потрібні для того, щоб усунути ентальпійний дисбаланс у тій або іншій підсистемі технологічної системи.

Таким чином, потреба технологічної системи в енергії дорівнює сумі цільового значенні енергії і тепла, переданого через пінч. Це можна виразити рівнянням пінч-точки.

$$A = T + \alpha \quad (50.6)$$

Отже, якщо в технологічній системі, що проектують, α одиниць тепла передається через пінч-точку, то технологічна система буде споживати α одиниць тепла від енергоджерел у підсистемах технологічної системи як над і так і під пінч-точкою.

Існують три способи передачі α одиниць тепла між гарячими і холодними потоками:

- підсистема над пінчем \rightarrow підсистема під пінчем;
- гаряче енергоджерело над пінчем \rightarrow підсистема під пінчем;
- підсистема над пінчем \rightarrow холодне енергоджерело під пінчем.

Усі три типи теплопередачі вимагають додаткового підведення енергоджерел.

Існує основне правило проектування енергозберігаючих технологічних систем – не передавати тепло через пінч-точку, а також:

- не використовувати пара під пінчем;
- не рекуперувати тепло технологічної системи через пінч;
- не використовувати охолодну воду над пінчем.

Для оптимального проектування технологічної системи не можна ні в якому разі передавати тепло через пінч-точку на сукупній тепловій кривій технологічної системи.

Або іншими словами:

- джерело (під пінчем) і споживач (над пінчем) повинні бути розділені;
- гаряче енергоджерело використовувати в підсистемі над пінчем, а холодоагент в області під пінчем.

Просте правило проектування енергозберігаючих технологічних систем говорить, що потрібно відокремити в технологічній системі підсистему над і підсистему під пінч-точкою. Це забезпечить використання гарячого енергоджерела тільки над пінчем, а холодного енергоджерела під пінчем, тобто там, де вони і потрібні (рис. 50.26).

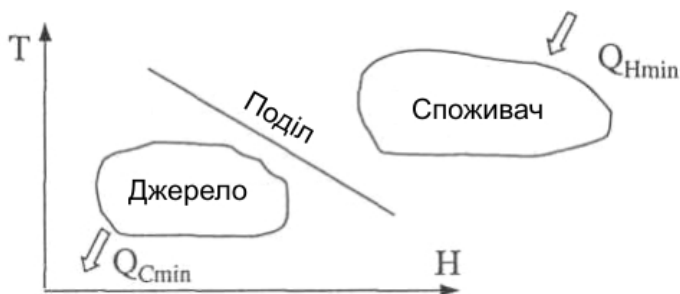


Рисунок 50.26. Поділ технологічної системи при проектуванні

Отже, пінч поділяє технологічну систему, що проектують, на теплове джерело і тепловий стік. При досягненні цільових енергетичних значень немає передачі через пінч: від процесу до процесу, а також неправильного використання енергоносіїв.

Таким чином, можна відзначити, що до початку проектування необхідно постійно стежити за значенням споживаної енергії. У результаті проектування теплообмінної системи і енергоджерел в енергозберігаючій технологічній системі, коли джерело і споживач розділені, забезпечено мінімально можливе споживання енергії. Більш докладно читач може познайомитися з представленими вище методами інтеграції технологічних виробництв в літературі, список якої приведено далі.

ГЛАВА 51.

ТЕПЛООБМІННІ АПАРАТИ.

КЛАСИФІКАЦІЯ, ПРИНЦИП ДІЇ Й

ЗАСТОСУВАННЯ

51.1. Класифікація, принцип дії й області застосування

Теплообмінними апаратами, або теплообмінниками, називають устаткування, призначене для передачі тепла від одного теплоносія до іншого, для реалізації теплового процесу – охолодження, нагрівання, конденсації й т.ін. Як теплоносії можуть використовуватися рідини, суміші й суспензії, пара, газ.

Традиційно теплоносієм, що має більш високу температуру й віддає тепло, називається гарячим (іноді первинним або тим, що гріє) теплоносієм, а сукупність поверхні апарата, де він діє, – гарячою стороною. Відповідно теплоносієм з нижчою температурою, що приймає тепло, називають холодним (вторинним або тим, що нагрівають) і поверхню його дії – холодною стороною.

Існуючі теплообмінні апарати можуть бути класифіковані за різними ознаками:

- способом передачі тепла;
- призначенням;
- типом поверхні, що передає тепло;
- видом теплоносіїв і їхнім агрегатним станом;
- компонованням поверхні нагрівання.

За способом передачі тепла всі теплообмінники підрозділяються на поверхневі й контактні. В апаратах контактного типу передача тепла здійснюється через безпосередній контакт теплоносіїв. Теплообмінники даного класу підрозділяються на змішувальні й барботажні. У змішувальних апаратах відбувається перемішування гарячого й холодного теплоносія з утворенням розчинів або сумішей. У барботажних апаратах гарячий теплоносієм проходить через масу холодного теплоносія (або навпаки) і віддає тепло.

Для теплообмінників поверхневого типу характерна наявність твердої поверхні нагрівання, що бере безпосередню участь у передачі

тепла. Такі апарати прийнято підрозділяти на регенеративні й рекуперативні. В апаратах регенеративного типу поверхня нагрівання (звичайно ця поверхня називається насадкою) спочатку приймає тепло від гарячого теплоносія і сама нагрівається. Далі, після акумуляції тепла цією поверхнею, на неї направляють холодний теплоносіє, що відбиває тепло від нагрітої твердої поверхні (насадки).

У рекуперативних теплообмінниках тверда поверхня, непроникна для теплоносіїв, розділяє гарячу й холодну сторони, передаючи тепло через себе. Рекуперативні теплообмінники часто називаються залежно від їхнього призначення в тій або іншій області техніки. Наприклад, апарати для утилізації тепла в газотурбінних установках називають регенератори, апарати для охолодження масла – маслоохолоджувачі. Також розрізняють повітрянагрівачі, пароперегрівники, радіатори й т.п.

Теплообмінні апарати поверхневого типу часто класифікують за способом взаємного руху потоків теплоносіїв: прямоточні, протиточні, з перехресним струмом і з комбінацією прямотоку, протитоку й перехресного струму.

За типом передавальної поверхні або за конструкцією апаратів інтенсивної дії теплообмінники прийнято підрозділяти на трубчасті апарати з різною конфігурацією трубок або трубних пучків; пластинчасті; спіральні; пластинчасто-ребристі; змієвикові (рис.51.1).

За видом теплоносіїв і їхнім агрегатним станом розрізняють рідинно-рідинні апарати, парорідинні, газорідинні, парогазові й газогазові теплообмінники.

За компонованням поверхні нагрівання можна виділити кожухотрубчасті апарати, теплообмінники типу «труба в трубі», зрощувальні апарати без обмежуючого корпусу.

Крім цього, необхідно відмітити, що усередині кожного перерахованого типу теплообмінних апаратів може існувати своя специфічна класифікація, що найчастіше пов'язано з конструктивним виконанням теплообмінника, типом теплоносія або його промисловим призначенням. Докладно класифікація теплообмінних апаратів за різними ознаками представлена в списку літератури [1–3].

При виборі того або іншого типу теплообмінника найважливішу роль відіграють теплоносії, що беруть участь у процесі теплообміну й, у першу чергу, їх теплофізичні властивості. Найбільш важливими, з погляду інтенсивності теплопередачі, є: щільність і теплоємність; теплопровідність; в'язкість; температура кипіння й плавлення.

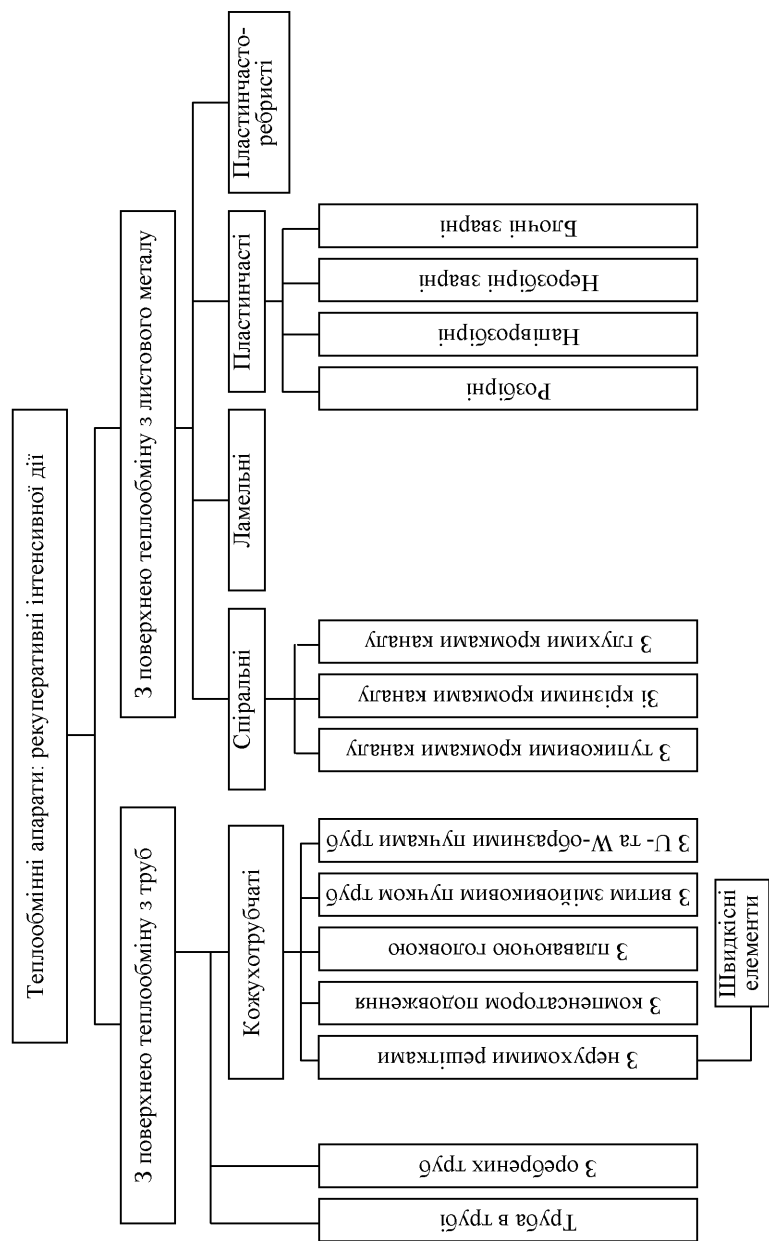


Рис. 51.1. Класифікація теплообмінних апаратів за конструкцією

Теплоносії з великою щільністю й теплоємністю дозволяють відводити тепло при досить малих різницях температур на вході й виході з теплообмінника при однакових витратах теплоносіїв. Теплопровідність теплоносія за інших рівних умов впливає на тепловіддачу: чим вища теплопровідність, тим більший коефіцієнт тепловіддачі в теплообміннику. Гідравлічні втрати при русі теплоносіїв у теплообмінному апараті багато в чому залежать від їхньої в'язкості.

Чим вища в'язкість середовищ у теплообміннику, тим більше потрібно затратити механічної енергії на їхнє просування через апарат. Температура кипіння визначає властивість теплоносія зберігати свій агрегатний стан у процесі теплообміну. Бажано, щоб температура кипіння була високою при невисокому тиску пари. Температура плавлення повинна бути як можна нижчою, що дозволяє залишатися теплоносієві в рідкому стані у всьому діапазоні температур роботи теплообмінника.

Найважливішу роль грає також хімічний і механічний склад теплоносіїв. Бажано застосовувати хімічно стійкі, неагресивні середовища з мінімальними корозійними й ерозійними ефектами.

У даній роботі розглядаються пластинчасті теплообмінні апарати, які відносяться до класу поверхневих рекуперативних апаратів інтенсивної дії з поверхнею теплообміну з листового металу [4], класифікація яких представлена на рис.51.2. У світовій практиці апарати такого типу відносять до класу компактних теплообмінних апаратів. Під компактними розуміються апарати, що мають співвідношення площі теплопередаючої поверхні до об'єму, який вона займає, більше $200 \text{ м}^2/\text{м}^3$, і гідравлічний діаметр, що не перевищує 14 м [3]. Це поняття компактності трохи ширше прийнятого раніше, що вимірялося, відповідно до визначення, $700 \text{ м}^2/\text{м}^3$ (при гідравлічному діаметрі приблизно 4 м), але бурхлива поява на ринку теплообмінників пластинчастих апаратів низької вартості, які за своїми габаритами значно менші традиційних кожухотрубчастих, створила передумови для розширення визначення поняття компактності.

У світовій науковій літературі значно ослабшав потік публікацій, присвячених дослідженню процесів теплообміну, розрахунку й створення конструкцій пластинчастих теплообмінних апаратів. Це пояснюється створенням різними фірмами-виробниками досить ефективних конструкцій великої номенклатури пластинчастих

Рис. 51.2. Класифікація теплообмінних апаратів виготовлених з листового металу.

апаратів, що випускають серійно, і традиційні форми наукового дослідження в цій області досягли свого насичення. Проводяться в основному експериментальні дослідження для додатків пластинчастих апаратів у різних областях промисловості або по застосуванню нових матеріалів як поверхні теплообміну. Про деякі з таких досліджень буде сказано далі при розгляді окремих додатків. З іншого боку, фірми-виробники пластинчастого устаткування, вкладаючи значні кошти в створення нових зразків, технологій або методик розрахунку, фактично публікують результати досліджень у декларативній формі або у вигляді рекламних повідомлень, що цілком зрозуміло з погляду ринкової конкуренції.

У вітчизняній літературі після інтенсивних досліджень процесів у пластинчастих теплообмінних апаратах в 70–80-х рр. в Харківському політехнічному інституті й УкрНПХіммаші, публікації на цю тему відновилися наприкінці 90-х, після приходу на вітчизняний ринок закордонного теплообмінного устаткування. Однак ряд фундаментальних монографій на цю тему дотепер не втратили своєї цінності як у науковому, так і в методичному плані. До них можна віднести роботи вітчизняних авторів [4–7], перевідні видання закордонних учених [8–14]. Серед робіт прикладного характеру можна відзначити монографію [15], присвячену застосуванню пластинчастих теплообмінників у теплопостачанні.

51.2. Пластинчасті теплообмінні апарати. Види й конструкції

Розвиток теплообмінної промисловості за останні 20 років в основному визначається ростом номенклатури й виробництва пластинчастих теплообмінних апаратів (рис.51.3). Це також є характерним через посилення режиму енергозбереження, пов'язаного з подорожчанням теплоносіїв. Остання обставина, а також створення вдалої гами конструкцій пластинчастих теплообмінників у різних країнах різними фірмами дозволили говорити про них як безальтернативних теплообмінних пристроях для застосування в таких областях, як теплопостачання, харчова, цукрова, переробна, нафтогазова й целюлозно-паперова промисловість, важке машинобудування, хімічне виробництво й інші області. Незважаючи на велику кількість фірм-виробників пластинчастого теплообмінного устаткування, таких як «Альфа Лаваль» (Швеція), SWEP (Швеція), GEA (Німеччина), AVP (Данія), Пав-

лоградхіммаш, «Содружество-Т» (Україна) і інші, виробництво й номенклатура пластинчастих теплообмінників безупинно росте. Унікальність конструкції пластинчастих теплообмінників у порівнянні з іншими типами теплообмінного устаткування полягає в тому, що вона дозволяє істотно знизити енергоспоживання при досить низькій ціні апаратів, простоті обслуговування й монтажу.

До основних переваг використання пластинчастих теплообмінних апаратів можна віднести такі:

- висока теплова ефективність при близькому температурному наближенні, наприклад для повного протитоку допускається різниця температур на виході близько 1 °С;
- можливість швидкого перенастроювання шляхом додавання або зменшення кількості пластин у пакеті в межах наявної конструкції апарата;
- компактність і мінімальний простір для сервісного обслуговування;
- простота обслуговування, можливість швидкого розбирання й промивання розчином, що чистить;
- менші капіталовкладення за рахунок меншої матеріалоемності, меншої площі й відсутності необхідності спеціального фундаменту для установки;
- ідентична геометрія каналів у сукупності з високим коефіцієнтом теплопередачі дозволяє зменшити витрату теплоносія, вартість труб, запірних арматур, насосів;
- високолегована сталь і синтетичний матеріал прокладок не забруднюють продукт.

Класифікація пластинчастих теплообмінників можлива за декількома ознаками:

- за способом з'єднання пластин між собою розрізняють: розбірні, паяні й зварені, а також напівзварені апарати;
- за шириною міжпластинних каналів: вузькоканальні й ширококанальні;
- за рухом потоків: протиточні, прямоточні й апарати з перехресним струмом;
- за кількістю ходів теплоносіїв: одноходові й багатходові;
- спеціальні парові пластинчасті теплообмінні апарати й випарні станції.



Рис. 51.3. Пластинчасті розбірні теплообмінники фірми «Альфа Лаваль».

Розбірний пластинчастий теплообмінник стандартної конструкції, представлений на рис. 51.4, містить сукупність гофрованих пластин, виготовлених з корозійно-стійкого матеріалу, що утворюють два канали для двох теплоносіїв (того, що гріють, й того, що нагріває), які беруть участь у процесі теплообміну. Пакет пластин, прикріплений до несучої балки, розміщується між опорною (нерухомою) і притискною плитою, і стягують болтами. Стандартна опорна плита, як правило, має чотири приєднання, по два для входу й виходу теплоносіїв. Притискна плита може не мати приєднань, мати два або чотири приєднання. Це обумовлено особливостями призначення апарата і його компонуванням. Несуча балка теплообмінника конструктивно буває консольною, двоопорною (рис. 51.4) або іноді триопорною. Застосовують приєднання фланцевого або різьбового типу залежно від марки апарата й витрати теплоносіїв. На рис. 51.4 показане приєднання під фланець. Як матеріал для плит, несучої балки, болтів використовується вуглецева або оцинкована сталь, для патрубків приєднань застосовують нержавіючу й вуглецеву сталь, іноді титан. Болтові з'єднання оснащені спеціальною системою змащення з підшипникових коробок, розміщених з боку нерухомої плити рами теплообмінника.

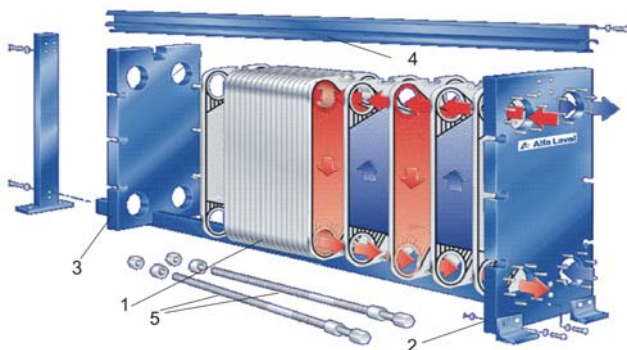


Рис. 51.4. Конструкція розбірного пластинчастого теплообмінника:
1 – пакет пластин; 2 – нерухома плита; 3 – притискна плита; 4 – несуча балка;
5 – стяжні болти.

Кожна пластина постачена прокладкою з термостійкої гуми, що ущільнює з'єднання й направляє різні потоки рідин у відповідні канали. Середовища, що нагріває і яке нагрівають, завжди відділені одне від одного двома прокладками. Протікаючи по своєму каналі, кожне із середовищ має своє ущільнення. Причому, якщо все-таки виникнуть витоки, то вони будуть тільки назовні й, таким чином, змішування середовищ не допускається. Прокладки між пластинами встановлюються в основному без клею («кліпон») і іноді на ньому. Це дозволяє значно спростити обслуговування й експлуатацію апарата за рахунок мінімальних працездат на заміну прокладок безпосередньо обслуговуючим персоналом.

Необхідне число пластин, їхній профіль і розмір визначаються відповідно до витрат середовищ і їхніх фізико-хімічних властивостей, температурною програмою й припустимою втратою напору по гарячій і холодній стороні (того, що гріють, й того, що нагріває, теплоносіїв). Гофрована поверхня пластин забезпечує високий ступінь турбулентності потоків і жорсткість конструкції теплообмінника.

Основний принцип дії полягає в наступному. Теплоносії, що беруть участь у процесі теплопередачі, надходять через поздовжні колектори теплообмінника в канали, під якими мається на увазі герметичний простір, утворений двома пластинами (рис. 51.5). Прокладки між пластинами, установлені спеціальним способом, розподіляють кожний з тепло-

носіїв по каналах кутовими отворами, що чергуються, забезпечуючи теплопередачу через стінку поділяючі канали пластин.

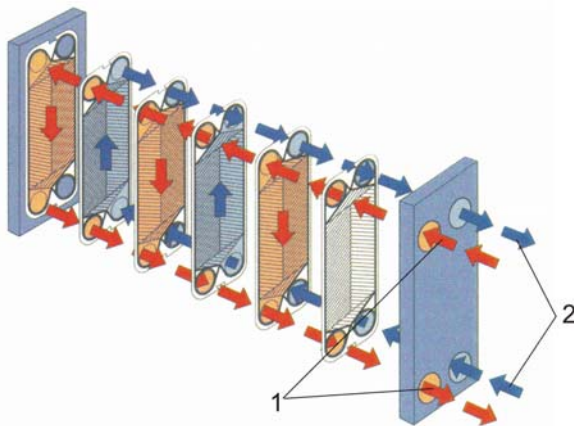


Рис. 51.5. Рух теплоносіїв у пластинчастому теплообмінному апараті:
1 – теплоносіє, що гріє (гаряча сторона); 2 – теплоносіє, який нагрівають (холодна сторона).

Тип гофрування пластин, їхню кількість і конфігурацію каналу підбирають із умов забезпечення оптимальності процесу теплообміну.

Сукупність каналів, по яких теплоносіє рухається в одному напрямку, називають ходом. Розрізняють одноходові (рис. 51.5), дво-, три- і багатоходові теплообмінники. Компонування й число ходів в апараті визначають розрахунковим шляхом, виходячи із властивостей теплоносіїв, що беруть участь у теплообміні, температурного режиму й гаданих втрат напору на подолання гідравлічних втрат.

Загальна кількість пластин в апараті, наприклад для одноходового теплообмінника, дорівнює сумі каналів по стороні, що гріє, й стороні теплоносія, що нагрівають, плюс одна пластина. Іноді, якщо витрата середовищ, що беруть участь у теплообміні, кількісно різко відрізняється, то проєктують апарати з несиметричним компонуванням, коли число ходів по гарячому й холодному теплоносіях не збігаються.

На рис. 51.6 наведена схема компонування пластин із двома симетричними (з однаковою кількістю каналів) ходами для гарячого й холодного теплоносіїв. При такому компонуванні теплоносії рухають-

ся по каналах до спеціальної пластини, у якій відсутні пари колекторних отворів (не просічені отвори), тому робочі середовища попадають у канали, де й міняють напрямок руху.

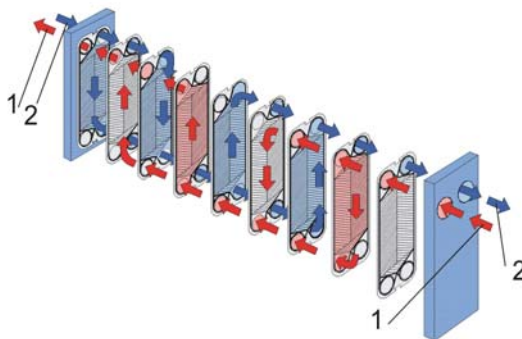


Рис. 51.6. Рух теплоносіїв у двоходовому пластинчастому теплообмінному апараті: 1—теплоносій, що гріє (гаряча сторона); 2 – теплоносій, який нагрівають (холодна сторона).

Для багатоходових теплообмінників пакет пластин завжди обмежений пластиною, що має неповну кількість кутових отворів. Такі пластини називають граничними, наприклад пластина 1 на рис. 51.7.

Теплоносій з першого пакета направляється по колектору до граничної пластини, після чого розходитьься по каналах другого пакета. Напрямок руху теплоносія в цьому пакеті є протилежним його руху в першому пакеті. Ефективність застосування таких компонок пояснюється повним використанням заданого значення втрат напору при високому коефіцієнті теплопередачі.

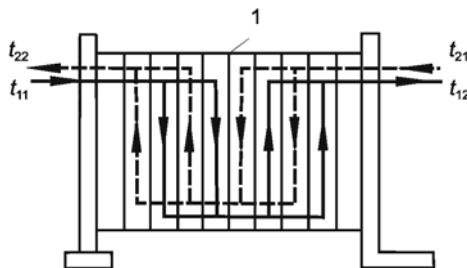


Рис. 51.7. Рух теплоносіїв у двоходовому пластинчастому теплообмінному апараті: 1 – гранична (поділяюча) пластина.

Паяні теплообмінні апарати, представлені на рис. 51.8, мають пакет пластин, які спаяні між собою і утворюють два канали, як і в розбірних теплообмінниках. Особливість конструкції дозволяє використати їх при високих тисках теплоносіїв у процесі теплообміну, а також для агресивних середовищ.



Рис. 51.8. Пластинчасті паяні теплообмінники фірми «Альфа Лаваль».

Напівзварні теплообмінні апарати являють собою комбінацію розбірної й звареної конструкції. У них по одному з каналів (теплоносієві) апарат є звареним, тобто пластини зварені між собою, а по іншому – розбірним: пластини з'єднані через прокладки. Найпоширеніше застосування таких апаратів для досить чистих середовищ, що не викликають сильних забруднень поверхні теплопередачі, які, до того ж, можуть бути легко вилучені за допомогою хімічного промивання.

Однією з визначальних характеристик пластинчастих теплообмінних апаратів є конструкція й форма пластин, що утворюють поверхні теплообміну й канали для робочих середовищ. Форма пластин і профілі їхньої поверхні дуже різноманітні (рис. 51.9). Пластини випускаються із площею теплопередаючої поверхні від 0,025 до 3,5 м², що дозволяє реалізовувати максимально точно вибір апаратів на необхідне теплове навантаження при заданих обмеженнях по робітничих середовищах. Якщо потрібна більша пропускна здатність, то окремі апарати компонують у блоки.

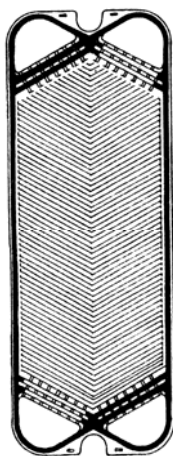
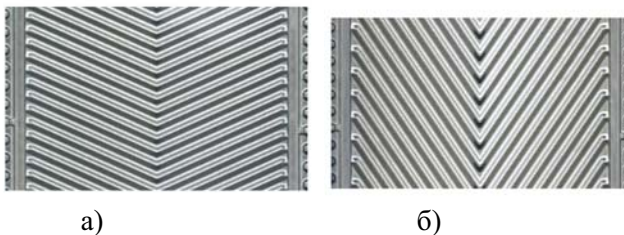


Рис. 51.9 – Загальний вид пластины ВАТ «Павлоградхіммаш»

Мала товщина пластин (0,4–1,0 мм) і малий зазор між пластинами (3–6 мм) дозволяють одержати високу компактність і малу металоемність. Питома робоча поверхня сучасних апаратів може досягати $1500 \text{ м}^2/\text{м}^3$. Гофрування пластин забезпечує рух теплоносіїв між пластинами в каналах складної форми, що дозволяє збільшити турбулентність потоку й, отже, підвищити коефіцієнт тепловіддачі. Більшість типів пластинчастих теплообмінників випускається, принаймні, із двома варіантами пластин, які відрізняються кутом розкриття гофри (рис. 51.10). Пластини з меншим кутом (рис. 51.10а) дають меншу тепловіддачу при меншому значенні

гідравлічного опору. Відповідно пластини з більшим кутом розкриття гофри (рис. 51.10б) характеризуються більш високою ефективністю теплопереносу, але при цьому мають більший гідравлічний опір. У цей час розроблено велику кількість пластин з різним гофруванням, з різним видом гофри, кутами нахилу, сітчастим розташуванням гофрування, шевронні пластини й інші типи. Практично всі фірми, що випускають пластинчасті теплообмінники, є розроблювачами пластин власної конструкції, як правило, зі своїм оригінальним гофруванням.



а)

б)

Рис. 51.10. Гофрування пластин розбірного теплообмінного апарату:

а) кут нахилу гофри 30° до осі пластины;

б) кут нахилу гофри 60° до осі пластины.

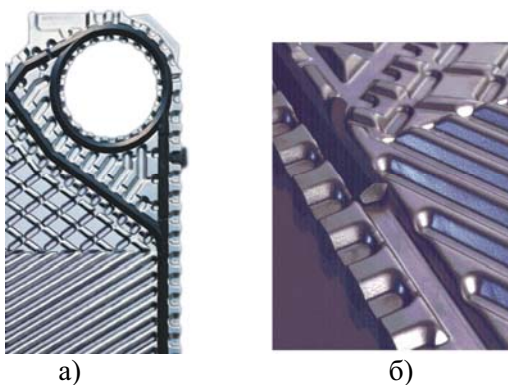


Рис. 51.11. Ущільнюючі гумові прокладки фірми «Альфа Лаваль»: а) розміщення в пазах пластини; б) положення прокладки в канавці.

Для розбірних апаратів у робочому положенні пластини з гумовими прокладками щільно притиснуті одна до одної, а для паяних – пластини спаяні у пакети. Таке конструктивне рішення дозволяє істотно підвищити уніфікацію виробів, забезпечує високу експлуатаційну надійність і мінімальний час на чистку та ремонт. У тих випадках, коли по одній із сторін необхідно забезпечити високий тиск теплоносія або забруднення поверхні можливо тільки з боку одного теплоносія, застосовують апарати, що складаються з попарнозварених пластин.

Таблиця 51.1. Технічні дані розбірних пластинчастих теплообмінників «Альфа Лаваль»

Показники	Тип розбірного пластинчастого теплообмінника								
	M3-X	M6	M6M	M10B	M10M	M15B	M15F	MX25B	M30
Максимальна витрата рідин, кг/сек	3,8	15	15	50	50	60	80	250	500
Максимальна поверхня теплопередачі, м ²	3,9	38	38	105	62	295	390	940	1335
Максимальна робоча температура, °C	130	130	160	150	160	160	160	150	150
Максимальний робочий тиск залежно від типу рами, МПа	1-1,6	1-2,5	1-2,5	1-2,5	1-2,5	1-2,5	1-2,5	1-2,5	1-2,5

Наприклад, у табл. 51.1 наведені технічні дані для деяких розбірних теплообмінників, що випускає фірма «Альфа Лаваль», частина з номенклатури яких виробляється в Україні компанією «Содружество-Т», м. Харків. Для ескізу теплообмінного апарата в зборі (рис.51.12) у табл. 51.2 представлені характерні габаритні розміри.

Для виготовлення пластин більшість фірм виробників використовують нержавіючу сталь AISI 316 і AISI 304, 12X18H10T, 10X17H13M2T, титан, аллой 20/18/6, графітові композиції й інші матеріали.

Таблиця 51.2. Стандартні розміри розбірних пластинчастих теплообмінників

Розміри	A	B	C	D	E	F	Розмір патрубків, D_y
M3-X	180	60	480	357	62	204-500	43
M6	320	140	920	640	140	580-1430	60
M6M	320	140	920	640	140	580-1430	60
M10B	470	225	981	719	131	710-2310	100
M10M	470	225	981	719	131	710-2310	100
M15B	650	298	1815	1294	275	1170-3270	140
M15F	650	298	1815	1294	275	1170-3270	140
MX25B	920	439	2895	1939	435	1585-3385	200
M30	1150	596	228	1842	470	1595-5195	300

Ущільнюючі гумові прокладки розміщуються в пазах пластин, розташованих уздовж зовнішньої крайки (рис. 51.11а). Вони виготовляються з однорідного матеріалу одним куском і мають у перетині спеціальну форму. Як матеріал прокладок застосовують термостійку гуму марок EPDM, NBR, HNBR, G-viton, CY-359, ІРП-1225, ІРП-1377 і т.д. Прокладка має такі розміри, що виступають над висотою гофри пластини (рис. 51.11б). При стягуванні пакета прокладки деформуються й забезпечують герметичність каналів. У канавки пластин прокладки встановлюються двома способами: без клею й з використанням двокомпонентного епоксидного клею, що вулканізує. При установці

без клею прокладки укладаються в канавки пластини й фіксуються спеціальними кліпсами (“Clip-on”). Такий спосіб рекомендується, якщо експлуатація апарата не передбачає частих розбирань для очищення. Клейова установка передбачає вклеювання прокладок у пази й рекомендується, якщо передбачається часте розбирання апарата для чищення. Матеріал прокладок витримує температуру до 150–160 °С, у деяких спеціальних випадках використовують для прокладок матеріал що витримує 200 °С.

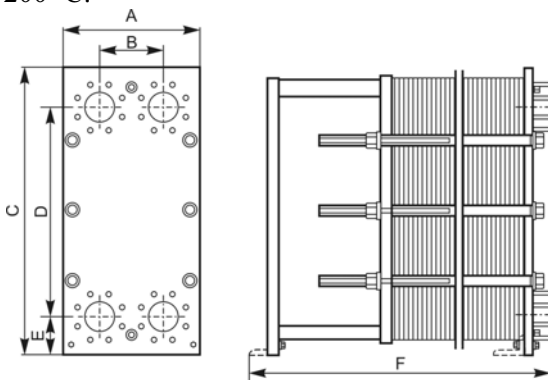


Рис. 51.12 . Ескіз теплообмінного апарата в зборі.

В табл. 51.3 представлені технічні характеристики пластинчастих теплообмінних апаратів, які випускає серійно ВАТ «Павлоградхіммаш» (Україна).

Крім представленої номенклатури апаратів, що випускають серійно, існує цілий клас теплообмінників, які мають спеціальне призначення. Більшість таких апаратів застосовується в різних галузях промисловості. Використання апаратів цього класу показало їх високу енергетичну й економічну ефективність. До таких типів апаратів, що знайшли широке застосування в енергетиці, цукровій, спиртовій й целюлозно-паперовій промисловості, відносять ширококанальні пластинчасті теплообмінники.

Ширококанальний теплообмінник діє за тими самими принципами, що й звичайний пластинчастий теплообмінник з вузьким каналом (рис. 51.13). Його особливістю є спеціальний профіль гофрування пластин (рис. 51.14), що дозволяє одержувати канали з вільним

Таблиця 51.3. Технічна характеристика пластинчастих теплообмінних апаратів і розміри пластин ВАТ «ПавлоградХіммаш»

Показник	Типи пластин									
	P0,05	P0,3p	P0,6p	PC0,25	PC0,35	PC0,5p	PC0,53	H0,1	H1,0	PC0,5рт
Типи апаратів	Розбірні			Напіврозбірні (здвоєні пластини)			Нерозбірні (зварені)			
				Вода – вода			Пара – вода			
Габарити пластин, мм	580 × 135	1370× 300	1375× 600	970 × 388	1390 × 380	1380 × 650	1470 × 620	900 × 160	964 × 964	1380 × 650
Площа поверхні теплообміну, м ²	0,05	0,3	0,6	0,25	0,35	0,5	0,53	0,1	10	0,5
Площа теплообміну апаратів (безперервний ряд), м ²	0,5–6	3–25	10 – 160	5–50	12–35	15 – 150	40 – 140	2,5–8 Блоки до 60	40–200	15 – 100
Розрахунковий тиск (не більше), МПа	1	1	1	1,6/1	1,6/1	1,6/1	1,6/1,0	1	1,6	1,6
Діаметр штуцерів (найбільший), мм	25	65	200	80	80	200 (150)	150	65	350	200 (150)
Припустима температура середовищ, °С	–10 + 100	–20 +100	–20 +100	–20 +150	–20 +150	–20 +150	–20 +150	–40 +200	–40 +200	–20 +200

проходом шириною до 16 мм, і особлива конструкція вхідних і вихідних колекторів, що не засмічуються. Розрахунковий тиск у каналах до 0,8 МПа, максимальна витрата через апарат – 500 т/г, температура не більше 150 °С. Широке застосування апарати такого типу одержали для обробки багатокомпонентних рідин, що містять включення, волокна й частки. Крім відомих переваг використання пластинчастих теплообмінних апаратів, ширококанальні поліпшують теплову ефективність за рахунок використання низькотемпературної, скидної пари, у якій можуть утримуватися частки або волокна, а також, приміром, низькопотенційної пари вакуум-апаратів на цукрових заводах. Крім того, використання ширококанальних теплообмінників дозволяє збільшити строк безперервної роботи між плановими чищеннями, значно спрощує процедуру обслуговування, займає менше місця й не вимагає спеціального фундаменту.

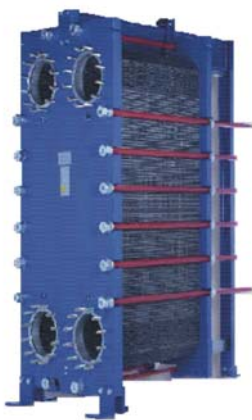


Рис. 51.13 – Ширококанальний теплообмінник фірми «Альфа Лаваль»

Ширококанальні теплообмінники випускаються з однією і двома сторонами широким каналом у пакеті пластин. У випадку одностороннього пакета пластин широкий канал реалізується тільки по одному з теплоносіїв, наприклад по тому, що гріє (рис. 51.14а). Для двостороннього виконання широкий канал передбачений з боку обох теплоносіїв. Остання обставина дозволяє використати теплообмінні апарати такого типу для сильно в'язких середовищ або рідин, що мають механічні включення або забруднення як з боку, що гріє, так і з боку нагріву теплоносіїв. Це до-

зволяє здійснювати нагрівання або охолодження, пропускаючи теплоносії як по гарячій, так і по холодній стороні.

У загальному випадку в теплообмінниках поверхневого типу теплообмін здійснюється між двома середовищами через поділяючу їх тверду поверхню. Теплоносії можуть рухатися як в одному напрямку – попу-

тно, так і в протилежних напрямках – протиток. По цьому принципі також класифікуються пластинчасті теплообмінні апарати.

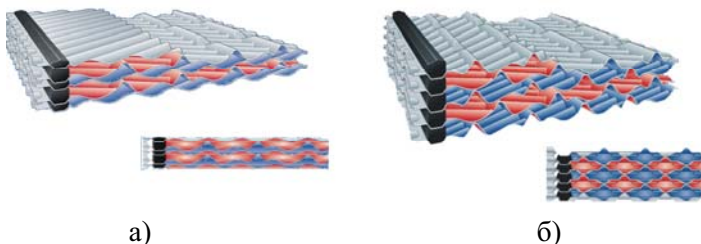


Рис. 51.14. Пакет пластин ширококанального теплообмінника фірми «Альфа Лаваль»: а) одностороннього; б) двостороннього.

Однак існує клас апаратів, у яких напрямок руху потоків перехресний (рис. 51.15). До таких теплообмінних апаратів відноситься пластинчастий зварний теплообмінник КОМПАБЛОК фірми «Альфа Лаваль». Ці апарати використовуються як паровий конденсатор або підігрівник, водоводяного й масло-водяного теплообмінника. Конструкція й пакет пластин такого апарата представлені на рис. 51.16, 51.17.



Рис. 51.15. Пластинчастий зварний теплообмінник КОМПАБЛОК фірми «Альфа Лаваль».

Робітничі середовища в такому апараті розділяються гофрованими пластинами – елементами теплообмінної поверхні, попарно утворюючи канали для проходження теплоносіїв. При цьому забезпечується висока турбулентність потоку й високий коефіцієнт теплопередачі

і, як наслідок, можливість забезпечення знімання тепла на малих поверхнях і зниження загальної металоємності конструкції.

Поверхня теплообмінника КОМПАБЛОК складається з гофрованих, зварених між собою пластин, встановлених у корпусі. Вона набирається зі стандартних модулів по 20, 40 і 50 пластин залежно від типу теплообмінника. Корпус теплообмінника складається з панелей, що забезпечують жорсткість конструкції й поділ каналів теплоносіїв. Ущільнення корпуса забезпечується стяжкою болтами. Теплообмінна поверхня встановлюється між 4 напрямними, що забезпечують центрування пакета й одночасно виконують функцію поділу потоків.

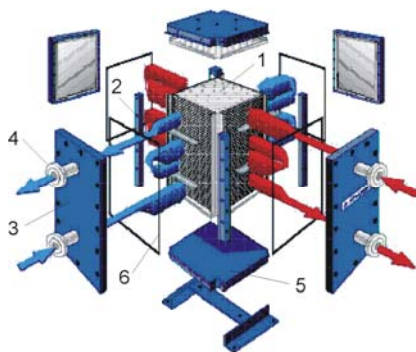


Рис. 51.16. Конструкція теплообмінника КОМПАБЛОК фірми «Альфа Лаваль»: 1 – пакет пластин; 2 – напрямна; 3 – бічна плита; 4 – патрубок; 5 – центральна плита; 6 – ущільнення плити.

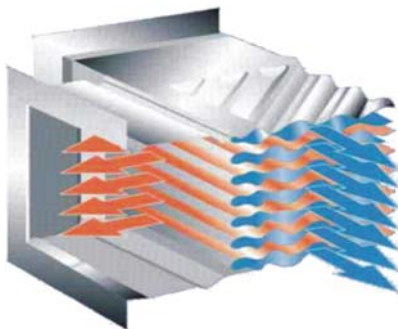


Рис. 51.17. Пакет пластин теплообмінника КОМПАБЛОК.

Плити теплообмінника: чотири бічні й дві центральні кріпляться болтами до напрямних. Чотири панелі оснащені патрубками для з'єднання із трубопроводами. Внутрішня поверхня панелей ізолюється від контакту з робітничими середовищами теплообмінника металевими прокладками, виконаними з того ж матеріалу, що й теплообмінна поверхня апарата. Матеріалом теплообмінної поверхні, перегородок потоків, прокладок, що ізолюють можуть бути: титан, нержавіючі сталі, сплави типу Інколой, Хастелой і т.д. Зазори, що утворюються між пакетом пластин і плитами, є колекторами для теплоносіїв, що роздають і збирають. Теплообмінники виконуються однокотловими й багатокотловими по кожному з контурів. Розворот потоку в ході забезпечується пластиною – перегородкою потоку. На рис. 51.17 наведено внутрішній розріз пакета пластин теплообмінника КОМПАБЛОК. На рис. 51.18 представлена схема роботи теплообмінника КОМПАБЛОК як однокотлового конденсатора. Теплообмінник може працювати під вакуумом.

Експлуатаційні робочі параметри:

- максимальна робоча температура – 350 °С;
- максимальний робочий тиск – 32 бар;
- мінімальний робочий тиск – повний вакуум;
- діапазон поверхні – 0,69 – 319,5 м²;
- діаметр патрубків (мінімум /максимум) – 30 – 500 мм.

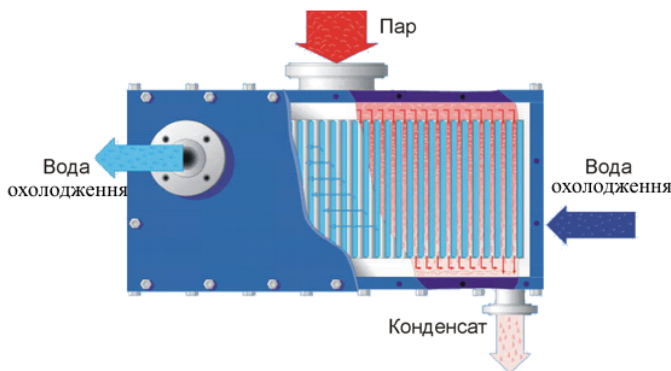


Рис. 51.18. Теплообмінник КОМПАБЛОК як паровий підігрівник-конденсатор.

Істотне місце в номенклатурі теплообмінних апаратів різних фірм займають спеціальні повністю зварені апарати. На рис. 51.19 представлений повністю зварений пластинчастий апарат “AlfaRex” з лазерним зварюванням пакета, що значно зменшує ризик виникнення міжкристалітної корозії. Вони призначені для роботи з особливо агресивними середовищами при високих значеннях тиску – від повного вакууму до 40 атм. і температури – від -50 до 350 °С. Як матеріал пластин використовують нержавіючу сталь AISI 316 і AISI 316L, титан, нікель, хастелой. Максимальна площа теплообміну може досягати 250 м^2 .

Пластинчаті теплообмінники знайшли широке поширення як парові підігрівники або конденсатори. При цьому використовують як звичайні традиційні розбірні апарати, так і апарати, спеціально розроблені для цих цілей.

Спеціальний розбірний пластинчастий теплообмінник, що використовують як пароводяний підігрівник, представлено на рис. 51.20. Апарати такого типу трохи відрізняються, вони мають властиву тільки їм геометрію пластин високої міцності. Застосовуються спеціальні прокладки, що витримують температуру до 180 °С, і спеціальна рама підвищеної міцності.



Рис. 51.19. Спеціальний повністю зварений теплообмінний апарат “AlfaRex” фірми «Альфа Лаваль».



Рис. 51.20. Спеціальний розбірний пароводяний підігрівник TS-M фірми «Альфа Лаваль».

Для середовищ підвищеної засміченості продуктами первинної обробки, середовищ із високою адгезією до матеріалу стінок або просто теплоносіїв з високим вмістом різних суспензій (неоднорідних за складом) існує цілий клас спіральних теплообмінних апаратів, рис. 51.21. Конструктивно вони мають конфігурацію в поперечному перерізі типу годинної пружини із двох закручених навколо відкритого центра металевих листів таким чином, щоб утворилося два концентричних спіральних канали. Кінці одного каналу зігнуті й зварені, утворюється повністю закритий канал, відкриті кінці іншого каналу закриті ущільненими кришками. У результаті отримують дуже розвинену поверхню теплообміну при малих габаритах. По кожному з теплоносіїв є тільки один канал. Як матеріал спіральних каналів може використовуватися практично будь-який матеріал, що допускає холодне формування й зварювання: нержавіюча й вуглецева сталь, сплави на основі нікелю, титану й т.д. Теплообмінники такого типу незамінні для роботи із середовищами, схильними до утворення відкладень на поверхнях, що передають тепло. Конструкція спірального теплообмінника забезпечує ефект «самоочищення» теплопередаючих каналів (рис. 51.22). При цьому, як і раніше, є можливість традиційного механічного очищення й промивання. Основні параметри апаратів: тиск 1,5 МПа; температура – до 400 °С; масова витрата до 100 кг/г, площа теплопередачі до –300 м²; коефіцієнт теплопередачі близько 2000–3000 Вт/(м²·°С). Спіральні теплообмінники застосовуються як конденсатори, ребойлери й охолоджувачі (нагрівачі) для середовищ: рідина – рідина, газ – рідина, (газ + пара) – рідина, газ – газ.



Рис. 51.21. Загальний вид спірального теплообмінного апарата.

Найпоширеніші спіральні теплообмінники двох типів, які мають конструктивні особливості. При теплообміні пара – рідина в конструкції характерна виступаюча верхня кришка, сполучена з відкритими торцями каналу для середовища, яке гріє, і на нижній кришці відвід конденсату (рис. 51.21). У випадку теплообміну рідина – рідина приєднувальні штуцери розташовані аксіально на циліндричній поверхні стінки апарата (рис. 51.22). Підвищений тиск і висока турбулентність забезпечують спіральному теплообміннику ефект самоочищення, зводячи до мінімуму механічне очищення з розбиранням або очищення із застосуванням хімічних засобів. Крім того, компактність апаратів такого типу вимагає мінімального місця для обслуговування, фактично необхідно тільки місце для зняття кришок. Відмітними рисами спіральних теплообмінників є також відсутність перетоків середовищ і дуже низькі втрати тепла в навколишній простір.

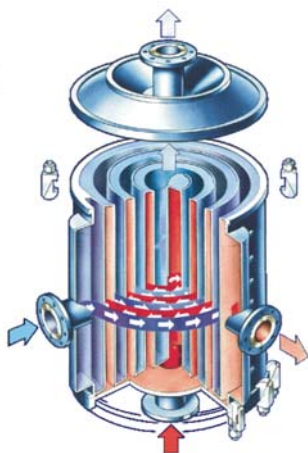


Рис. 51.22. Конструкція й принцип дії спірального теплообмінника.

Одним з перспективних напрямків у розвитку пластинчастих теплообмінників є їхнє застосування усередині оболонок високого тиску. Співробітниками НТУ «ХПІ» і УкрНПХімаша (м. Харків) була розроблена оригінальна конструкція пластинчастого зварного теплообмінника для застосування в колоні синтезу метанолу, а також для теплообмінників агрегатів синтезу аміаку [16]. Створено спеціальний пластинчастий теплообмінник, що встановлюється в колоні синтезу метанолу, призначений для

забезпечення сталості нагрівання газів, що надходять на реакцію до температури початку реакції. Була розроблена спеціальна конструкція круглої пластини, яка представлена на рис. 51.23.



Рис. 51.23. Теплопередаюча пластина теплообмінника колони синтезу метанолу площею $0,32 \text{ м}^2$

Створена конструкція попереднього теплообмінника колони синтезу метанолу забезпечує підігрів до температури 400°C при використанні цинк-хромового каталізатора й 300°C для мідьутримуючого каталізатора. При цьому робочий тиск становить відповідно 30 і 10 МПа. Висота гофри дорівнює 4 мм, крок гофри – 18 мм, еквівалентний діаметр склав 7,6 мм.

До спеціальних теплообмінних пластинчастих апаратів можна віднести, наприклад, пластинчасті випарники, що одержали широке поширення за рубежом як випарні апарати на підприємствах цукрової й спиртової промисловості. Пластинчастий випарний апарат (рис. 51.24) складається з пакета пластин, зварених між собою попарно в касети, які, у свою чергу, з'єднані один з одним прокладками. Звичайне випарювання розчину здійснюється в каналах із прокладками, тоді як пара, що гріє подається в касети. Пластини виготовляються з AISI 316 або з іншого матеріалу, стійкого до розчину, включаючи хастелой або титан. Прокладки, як правило, виготовляють із матеріалу EPDM або нітрилу.



Рис. 51.24. – Випарні пластинчасті апарати фірми «Альфа Лаваль»: а) модель – AlfaVap 500; б) модель – AlfaVap 700.

Особливий профіль пластин забезпечує стійкість до зміни розходу в процесі випарювання або конденсації, створює турбулентний режим струму, а також забезпечує стійкість пакета пластин до різких змін тиску. Такий пластинчастий випарний апарат дозволяє варіювати розхід в широких межах і збільшувати кількість ступенів випарювання при незмінній загальній різниці температур. При цьому якість продукту залишається дуже високою, без зміни забарвлення й кількості інвертного продукту (рис. 51.25).

До переваг таких апаратів, крім традиційних переваг, характерних для пластинчастих теплообмінників, можна віднести:

- відсутність пригорання продукту навіть при великих змінах розходу й підвищеній кількості вторинної пари;
- підвищення якості продукту за рахунок зменшення часу його перебування в апараті;
- підвищення компактності випарного апарата за рахунок зменшення поверхні теплопередачі й ваги;
- зменшення забруднення поверхні й спрощення обслуговування як шляхом хімічного миття, так і шляхом механічного розбирання й чищення;
- висока ефективність роботи при малій різниці температур;
- зменшення загальних витрат на монтаж і обслуговування у порівнянні з витратами для традиційних випарних станцій.

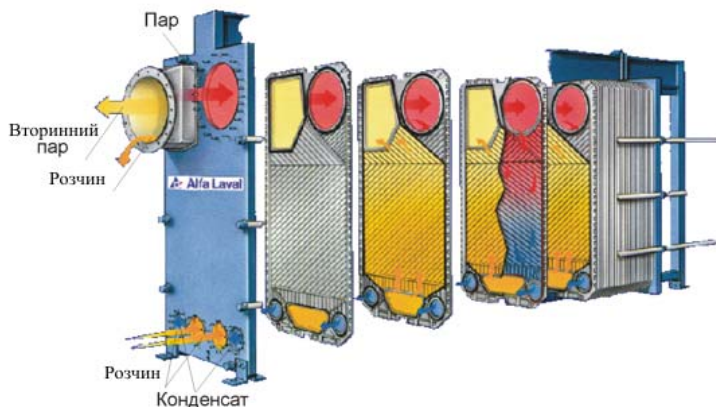


Рис. 51.25. Конструкція випарного пластинчастого апарата фірми «Альфа Лаваль».

Дуже часто пластинчасті випарні апарати такого типу монтують безпосередньо в посудині тиску (рис. 51.26), що дозволяє додатково підвищити ефективність випарювання за рахунок зменшення площі теплопередачі й часу перебування розчину в апараті, а також забезпечує менше забруднення пластин.

Рис. 51.26. Пластинчастий випарний апарат, який розміщено у посудині.

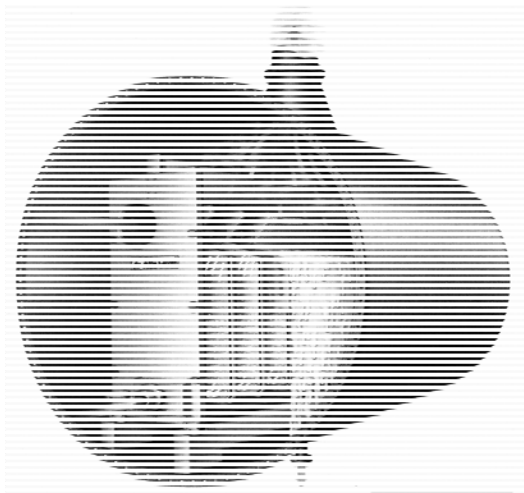


Рис. 51.27. Пластинчастий конденсатор AlfaCond.

На противагу пластинчастим випарним апаратам існує гама спеціально розроблених пластинчастих конденсаторів. Наприклад, на рис. 51.27 представлений загальний вигляд пластинчастого конденсатора AlfaCond шведської фірми «Альфа Лаваль», що був запроектований для дистиляційних систем. Особливістю цих апаратів є максимальна пристосованість для конденсації пари під низьким тиском.

У конденсаторі AlfaCond передбачене вхідне приєднання для великого розходу пари й два малих приєднання для виходу конденсату. Приєднання – для води, що охолоджує розміщені в центрі плити. AlfaCond складається з

пакета пластин, які зварені попарно в касети. Структура й рисунок пластин (рис. 51.28) спеціально запроєктовані під ефективну конденсацію з асиметричною конфігурацією, що утворює по одній з сторін більший канал.

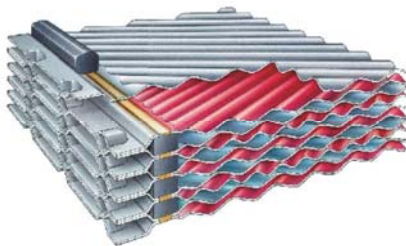


Рис. 51.28. Пакет зварених попарно пластин конденсатора AlfaCond.



Рис. 51.29. Принцип роботи пластинчастого конденсатора AlfaCond.

Крім традиційних переваг теплообмінних апаратів такого класу пластинчастий конденсатор AlfaCond має ряд цінних додаткових якостей, які роблять його сучасною й високоефективною альтернативою трубчастим конденсаторам. Основні переваги конденсатора AlfaCond можна сформулювати у такий спосіб:

- низька вартість у силу високої теплової ефективності, що вимагає меншої поверхні теплопередачі в порівнянні з кожухотрубчастими теплообмінниками, особливо, якщо за умовами експлуатації потрібна нержавіюча сталь або титан;

- компактність апарата зберігає робочий простір, зменшує транспортні, монтажні й пуско-налагодочні витрати;
- низьке забруднення по стороні охолоджуваної води в порівнянні з кожухотрубчастими конденсаторами, яке забезпечується високою турбулентністю потоку й спеціально zaprojektovanim гофруванням пластин;
- простота очищення й обслуговування з використанням як механічного, так і хімічного способів;
- легкість у нарощуванні потужності шляхом додавання касет на наявній рамі;
- повністю протиточна течія, що дає можливість переохолоджувати гази, що не конденсуються, більше, ніж у встановлених порівнянних кожухотрубчастих апаратах, що зменшує навантаження на насос;
- короткий час перебування в апараті має велику перевагу для продуктів, чутливих до нагрівання, що також дає можливість швидко пускати й зупиняти апарат з мінімальними втратами.

При роботі з агресивними й корозійними середовищами іноді навіть високоякісні матеріали пластин, такі як титан і нікель, в окремих випадках не можуть протистояти інтенсивній корозії. Тому для роботи в таких умовах застосовують графітові пластинчасті теплообмінні апарати (рис. 51.30), у яких як матеріал пластин використовують синтетичну смо-



Рис. 51.30. Графітовий пластинчастий теплообмінний апарат.

лу на основі графіту. Пластинчасті теплообмінники даного типу працюють так само, як і звичайні. Такі теплообмінні апарати, крім всіх переваг, що властиві традиційним пластинчастим теплообмінникам, мають цілий ряд переваг перед апаратами інших типів, що використовують у хімічній промисловості:

- висока стійкість до корозійних середовищ, навіть найагресивніших;
- низька схильність до накипоутворення за рахунок гладкої непористої поверхні пластин і високої турбулентності потоку;
- висока теплопровідність, що порівнянна з теплопровідністю металевих пластин, і висока міцність матеріалу пластин;

- низьке терморозширення й мінімальна деформація пластин.

Іншою високоефективною перевагою пластинчастих теплообмінників є можливість їхнього використання як охолоджувачів масла або інших промислових рідин. Для прикладу можна взяти дуже вдаль конструкцію паяного пластинчастого теплообмінника фірми «Альфа Лаваль» – DOC, представлену на рис. 51.31. Такі апарати за рахунок високої міцності застосовуються в умовах безперервної дії високого тиску й температури. Відмінною рисою конструкції є наявність монтажних блоків з нержавіючої сталі, що впаяний в зовнішню пластину. Це дозволяє здійснити більш сильне стягування й забезпечує легкість монтажу. Також передбачений спеціальний кронштейн, що жорстко втримує теплообмінник в одному положенні, що також значно спрощує монтаж апарата. Головними перевагами теплообмінників такого класу в порівнянні з їхніми аналогами є: дуже високий коефіцієнт теплообміну масло – вода за рахунок високої турбулентності потоку; мінімальні габарити й вага. За даними фірми «Альфа Лаваль», пластинчасті теплообмінники DOC у порівнянні з кожухотрубчастими поліпшують результати на 60 % по трьох основних показниках – розміру, вазі й споживанню води, що охолоджує.



Рис. 51.31. Паяні пластинчасті маслоохолоджувачі DOC.

Пластинчасті теплообмінні апарати, безумовно, не можуть замінити всі наявні види теплообмінників. Однак у більшості випадків їхнє ефективне використання можливе, що демонструє діаграма, наведена на рис. 51.32. Насамперед це обґрунтовано наявністю високого коефіцієнта теплопередачі апаратів такого типу (від 5000 до 10 000

Вт/м²К), низькою питомою витратою металу на одиницю площі тепlopередаючої поверхні (10–17 кг/м²) і високим ступенем уніфікації складових вузлів і деталей (до 90 %). Найбільш вигідною областю застосування пластинчастих теплообмінників є їхнє використання в процесах, що протікають при температурі до 200 °С і тиску до 2,0 МПа.

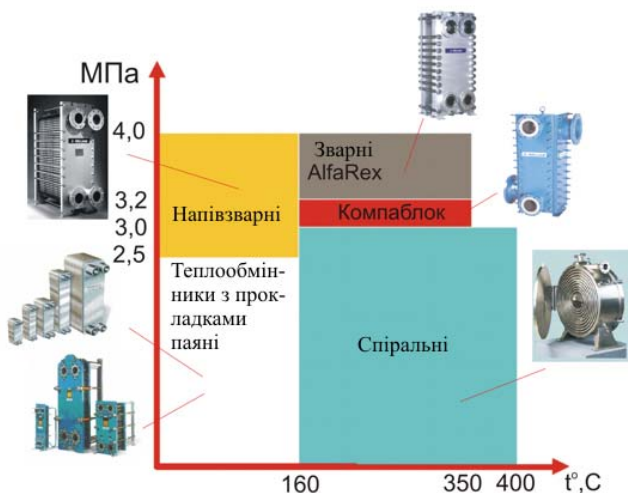


Рис. 51.32. Области застосування різних типів пластинчастих теплообмінників по робочих температурах і тисках.

Наведена номенклатура пластинчастих теплообмінників, випарників і конденсаторів загалом дає уявлення про широкі можливості застосування пластинчастих теплообмінників у промисловості. Очевидний також той факт, що створення однієї універсальної конструкції пластинчастого теплообмінного апарата, що відповідала б багатьом вимогам у різних галузях, неможливо. Також зрозуміло, що призначення теплообмінника, його конструкція, технологія виготовлення вимагають при його підборі для конкретних виробничих умов наявності сучасних достовірних методик розрахунку, які базуються на фізично обґрунтованій теорії процесів, що протікають у пластинчастих апаратах.

ГЛАВА 52.

ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАСТИНЧАСТИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ У ХАРЧОВІЙ І ПЕРЕРОБНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

52.1. Пластинчасті теплообмінники в цукровій промисловості

Виробництво цукру з різних видів сировини, у тому числі й з буряка, є досить енергоємним процесом. Економічність виробництва цукру насамперед визначається витратами енергоносіїв і їхньою вартістю. Більше того, високий ступінь енергозбереження, використання вторинного тепла багато в чому визначають рентабельність виробництва цукру. Послідовне чергування нагрівання і охолодження на всіх етапах, від первинної переробки буряка до кристалізації, вимагає широкого використання теплообмінників. У цьому зв'язку вибір ефективного теплообмінного устаткування для нагрівання, охолодження й рекуперації має першорядне значення для економічної роботи всього виробництва цукру в цілому. Оптимальний вибір теплообмінників для установки в технологічній схемі дозволяє збільшити продуктивність і ефективність процесу виробництва цукру.

На цукрових заводах за рубежом знайшли широке застосування пластинчасті теплообмінники практично всіх типів: традиційні розбірні й паяні, ширококанальні, спіральні, компоблоки, а також пластинчасті випарні апарати. На цукрових заводах таких країн, як Швеція, Франція, пластинчасті теплообмінники повністю замінили трубчасті. При цьому здійснюється підігрів і охолодження не тільки двох середовищ, але й чотирьох з різними тепловими параметрами.

Технологічний процес безпосереднього одержання цукру з буряка ділиться на 4 етапи: одержання дифузійного соку, або дифузія; очищення дифузійного соку, або просто очищення соку; випарювання соку й кристалізація цукру з випареного соку. Розглянемо застосування пластинчастих теплообмінних апаратів на кожній із цих стадій виробництва.

Перший етап переробки цукрового буряка – це екстракція цукрового соку, що виробляється в дифузійних апаратах і ошпарювачах різної конструкції. На цьому етапі сік повинен бути попередньо нагрітий до температури кипіння в апараті. На рис. 52.1 представлена загальна

льна схема процесу одержання цукрового дифузійного соку зі стружки буряка, підготовленої заздалегідь.

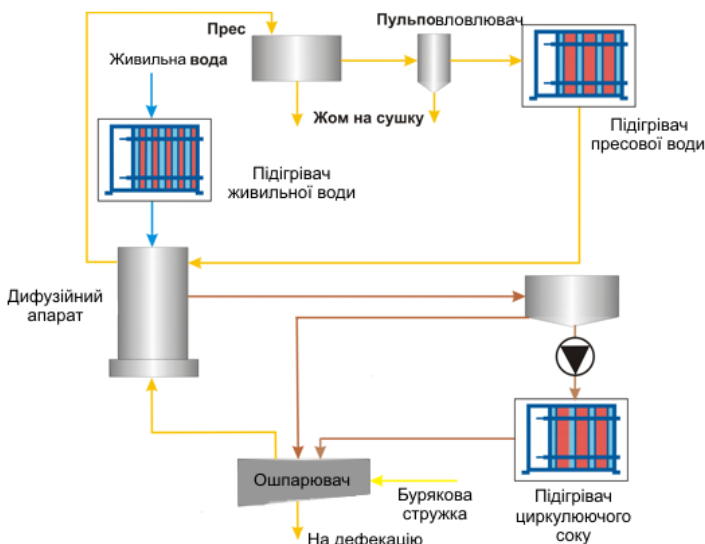


Рис. 52.1. Одержання дифузійного соку.

На цій стадії можлива установка трьох теплообмінних апаратів: підігрівника живильної води, підігрівника жомпресоювої води й підігрівника циркуляційного соку. У першому випадку до установки може бути прийнятий звичайний розбірний пластинчастий теплообмінний апарат, підібраний відповідно до технічних умов. Для підігрівників жомпресоювої води рекомендується встановлювати ширококанальний пластинчастий апарат або, у крайньому випадку, традиційний теплообмінник з великою висотою гофри.

Як правило, підігрівник жомпресоювої води двоступінчастий з нагріванням від температури 60 до 80 °С і далі до 90 °С. При цьому для другого ступеня теплоносієм є конденсат або вторинна пара з третього ступеня випарної станції, а для першого ступеня підігрів проводять зворотним струмом самої жомпресоювої води. Обидва ступені розміщують на одній рамі. Найчастіше підігрів циркуляційного соку й охолодження дифузійного соку також роблять в апаратах такого типу. У більшості випадків як підігрівник циркуляційного соку вико-



Рис. 52.2. Установлений ширококанальний теплообмінник.

відводом конденсату на нижній кришці. Їхнє застосування виключає засмічення осадами, тому що всі відкладення збираються на дні скріпленого каналу. При цьому забезпечується гарний відвід газів, що не конденсуються, при малих втратах тиску.

Крім основних переваг пластинчастих теплообмінних апаратів, зазначених раніше, є ще одна – тільки в них можливе очищення поверхні нагрівання по обидва боки: з боку теплоносія й продукту, що нагрівають. З досвіду експлуатації відомо, що з поверхні нагрівання пластинчастого теплообмінника накип видаляють 2%-ним розчином HNO_3 температурою $50\text{ }^\circ\text{C}$ і шляхом прокачування його протягом 30 хвилин (можна використати й 4%-ний розчин HCl з інгібітором). Тільки у виняткових випадках застосовують механічне очищення.

На рис. 52.3 представлена загальна схема процесу очищення дифузійного соку перед подачею на випарну станцію. На цій стадії можлива установка декількох груп теплообмінників-підігрівників. Для підігріву соку рекомендується застосовувати ширококанальні або спіральні теплообмінні апарати. Особливо ефективно використати на цих позиціях спіральні теплообмінники, які мають ефект самоочищення (рис. 52.4). Для цих апаратів як гарячий теплоносій зазвичай використовують конденсат, а також вторинну пару з третього і четвертого ступенів випарної станції.

ристовується спіральний або ширококанальний теплообмінний апарат (рис. 52.2). Це пов'язане з наявністю в дифузійному соку волокон, грубих часток, суспензій і різних домішок, які можуть забивати канали теплообміну традиційних пластинчастих теплообмінників. При використанні для нагрівання дифузійного соку вторинної пари з вакуумних апаратів (кристалізаторів) рекомендується застосовувати горизонтальні спіральні теплообмінники з верхньою подачею пари, що гріє, і окремим



Рис. 52.4. Спіральний теплообмінник у процесі експлуатації.

Високою ефективністю роботи характеризується установка ширококанальних теплообмінників для підігріву соку після першої сатурації перед фільтруванням і перед другою сатурацією. Причому на останній позиції допускається установка традиційного пластинчастого теплообмінника з великою висотою гофри. Також ширококанальний теплообмінник доцільно й економічно вигідно використати після котла другої сатурації як підігрівник сатурованого соку. Далі в технологічному ланцюжку демінералізації очищеного соку (тонкого соку) можна використати звичайний пластинчастий апарат. Як гарячий теплоносіє для підігріву соку у відділенні очищення дифузійного соку використовують вторинну пару третього ступеня, іноді – другого.

На рис. 52.5 представлена схема випарної станції цукрового заводу, у якій сік перед подачею в перший корпус підігрівається в декількох парових пластинчастих підігрівниках. Для заданих технічних умов тут можна з високою ефективністю використати звичайні пластинчасті теплообмінні парові апарати. При цьому реалізується основна перевага пластинчастих теплообмінних апаратів, що дозволяє нагріти очищений цукровий сік до температури, на 2°C ближча до температури пари, що неможливо при використанні теплообмінників інших типів. Як пара, що гріє, використовується вторинна пара з першого і другого ступенів, а також ретурна (турбінна) пара, якщо це передбачено технічними умовами.

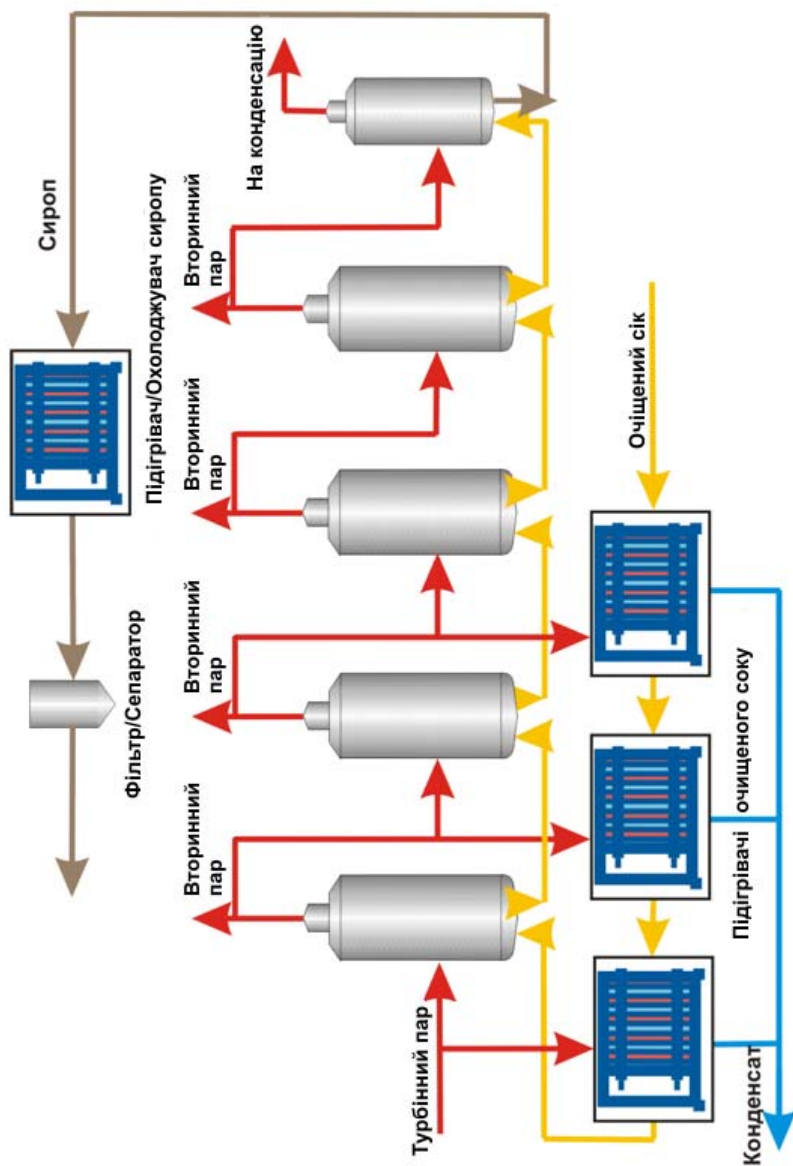


Рис. 52.5. Випарювання очищеного соку.

Після випарної станції встановлюється підігрівник випареного сиропу перед виходом через фільтр або сепаратор на кристалізацію. Для підігріву використовують пару третього ступеня випарної станції. Цей попередній підігрів дозволяє поліпшити фільтрацію й зберегти енергію.

На випарних станціях використовуються спеціальні пластинчасті випарники (рис. 52.6), які можуть встановлюватися як звичайні пластинчасті теплообмінні апарати, так і в циліндричній оболонці. Вони відрізняються високою ефективністю роботи при малих габаритах і металоемності.



Рис. 52.6. Установлений випарний апарат цукрового заводу.

На останній стадії одержання цукру – стадії кристалізації, схема якої представлена на рис. 52.7, пластинчасті теплообмінники використовуються як підігрівники сиропу на вакуум-апарати. Застосовуються парові теплообмінні апарати традиційної комплектації. Якщо в технологічній схемі передбачена установка сепаратора для очищення сиропу, що поступає в збірник першого вакуум-апарата, а не фільтра, то підігрівник сиропу не встановлюється.

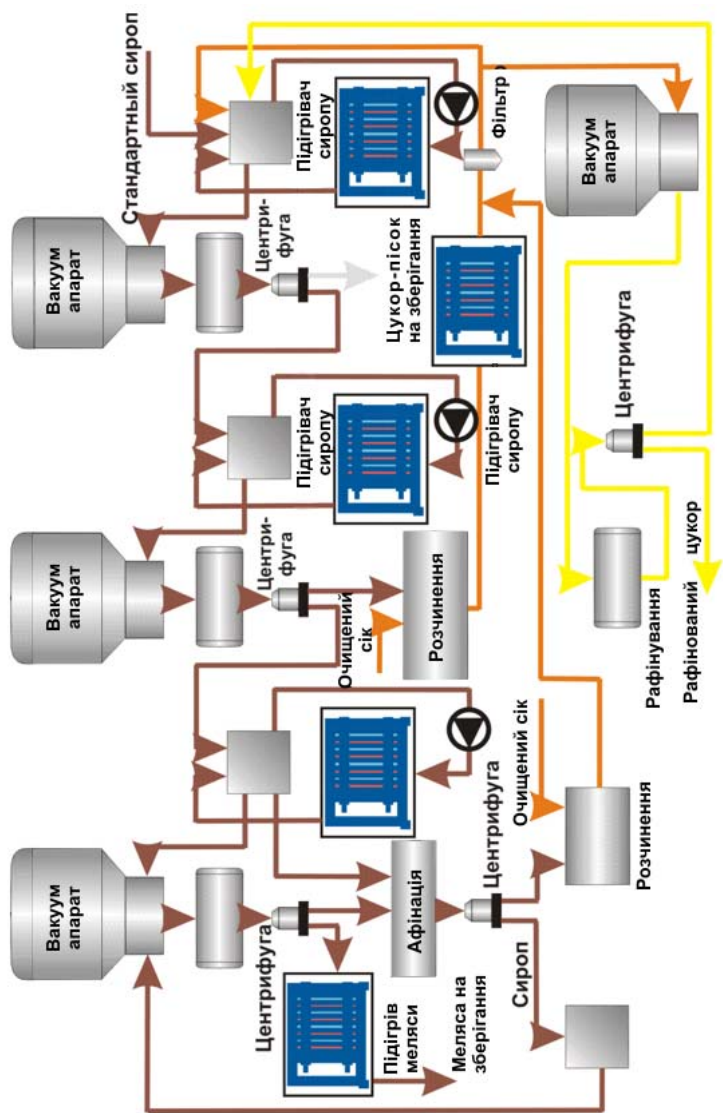


Рис. 52.7. Кристалізація.

Пластинчаті теплообмінні апарати з успіхом можна застосовувати при одержанні побічних продуктів цукрового виробництва й на допоміжних процесах. Наприклад: при розчиненні й афінації, при переробці меляси, знецукренні меляси, підігріві живильних середовищ, охолодженні мастильного й турбінного масел, обробці стічних вод і т.д.

Практика обстеження підприємств цукрової промисловості показує, що перший етап модернізації виробництва полягає, насамперед, у наступному:

- підвищення комплексної автоматизації виробничого процесу;
- підвищення стабільності режиму роботи (відсутність підвищеної відкачки очищеного соку);
- ліквідація підсмоктувань у вакуум-апаратах;
- підвищення ефективності системи збору конденсату.

Однак найбільш вузьким місцем є наявність поверхні теплопередачі, яку не використовують, вона може досягати 40 %. Тому найбільш ефективним заходом з погляду мінімізації капітальних і експлуатаційних витрат є заміна трубчастого теплообмінного устаткування пластинчастими апаратами.

52.2. Пластинчасті випарники випарних станцій цукрових заводів

Головною метою більшості досліджень щодо енергозбереження при виробництві цукру було зниження споживання ретурної пари. При цьому, якщо у 80-і роки була прийнята стандартна чотирьохкорпусна випарна установка з концентратором і споживанням пари 45 кг/100 кг буряка й питомою поверхнею нагрівання до 1,6 м²/т, то в цей час за рубежом функціонують шестикорпусні випарні станції зі споживанням пари до 25 кг/100 кг буряка. Таке зниження витрати ретурної пари досягається за рахунок двох основних факторів: зменшення відбору екстра-парів і збільшення поверхні нагрівання випарних апаратів, аж до питомої поверхні нагрівання 2,6 м²/т буряка, обробленої в день. У зв'язку із цим існує реальна потреба в підвищенні ефективності випарників з більшими поверхнями теплообміну. Одним із самих перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є застосування пластинчастих випарників.

Пластинчасті випарники (рис. 52.8), що установлені в посудині, мають ряд істотних переваг перед трубчастими випарниками Роберта й випарниками з падаючою плівкою, які є основними типами апаратів для випарних станцій.

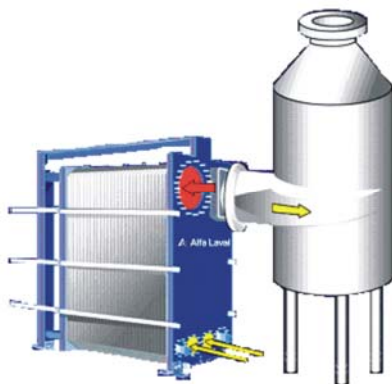


Рис. 52.8. Пластинчастий випарник із зовнішнім сепаратором.

Основною проблемою трубчастих апаратів є зниження теплопередачі зі зменшенням температурного напору корпусу. Цей ефект є наслідком зменшення турбулізації потоку за рахунок збільшення частки ламінарного пограничного шару. Для пластинчастих випарників при однаковому значенні корисної різниці температури, за рахунок малого зазору між пластинами й високої швидкості руху середовища, що випаровують, турбулентність потоку в пристінній області знижується

незначно. Це забезпечує більш високий коефіцієнт теплопередачі. Однак зі збільшенням швидкості руху робочих середовищ зростають втрати напору в апараті, що, як видно, може служити обмежуючим фактором для збільшення площі й конструктивного виконання пластинчастих випарників. З цих же міркувань для зменшення гідродинамічних втрат доцільніше застосовувати конструкції з вільним виходом соку.

Пластинчасті випарники встановлюються разом із сепараторами вторинної пари (рис. 52.7), а також обладнуються системою циркуляції розчину, що випарює, для забезпечення аварійної циркуляції розчину у випадку припинення його подачі. Можливі режими роботи пластинчастого випарника на підприємствах харчової промисловості можуть бути такими: як прохідний апарат, термосифона, примусова циркуляція з кип'ятінням і короткочасною примусовою циркуляцією. Для випарних станцій велике поширення одержала установка пластинчастих випарних апаратів як підсилювача традиційного трубчастого випарника, що доповнює його роботу (рис. 52.9).

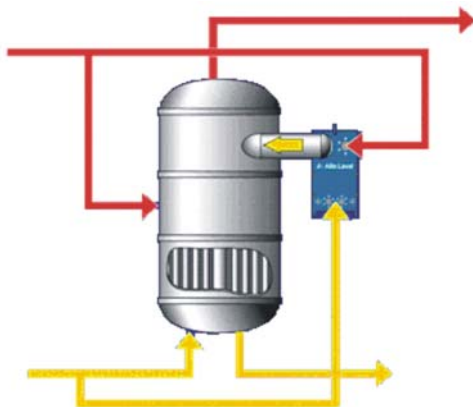


Рис. 52.9. Пластинчастий випарник у режимі, що доповнює роботу трубчастого випарного апарата.

У пластинчастих випарниках також реалізується принцип падаючої плівки. При цьому зменшення товщини плівки спричиняє нерівномірність її розподілу по пластині. Це явище доки повністю не вивчене, і в цей час із метою стабілізації розподілу плівки використовують принцип збільшення потоку.

Конструкція пластинчастого випарника в посудині має ряд незаперечних переваг перед закритою конструкцією пластинчастого випарника. Насамперед, висока швидкість потоку зменшує час перебування соку в апараті й цим знижується ступінь хімічних змін у складі соку. Крім того, однократне проходження соку через апарат також сприяє збереженню його хімічного складу.

У табл. 52.1 представлені граничні експлуатаційні параметри пластинчастих випарників фірми «Альфа Лаваль» з максимальною температурою – 160 °C і тиском 6 бар.

У науковій літературі [3] представлено ґрунтовне експериментальне дослідження функціонування пластинчастого випарника фірми «Альфа Лаваль» ЕС500 з поверхнею, що гріє, 500 м², діаметром 3, 5 м, довжиною 3, 5 м з мінімальною подачею розведеного соку (концентрація сухих речовин 16 %) – 50 м³/год і максимальною – 120 м³/ч. Виміри проводилися на дослідно-експериментальній і дослідно-промисловій установках.

**Таблиця 52.1. Граничні параметри пластинчастих випарників
«Альфа Лаваль»**

Модель	Максимальна площа, м ²	Максимальна продуктивність, т/годину
EC350	350	20
EC500	1000	40
EC600	1000	60
EC700	2000	110

Результати вимірів і спостережень показали, що існує лінійна залежність між збільшенням кількості води, що випаровує, і збільшенням корисної різниці температур в апараті. При цьому показано, що процес випару може початися тільки по досягненні певного значення температурного напору.

Коефіцієнт теплопередачі також збільшується зі збільшенням корисної різниці температур, однак менш інтенсивно, ніж кількість випареної води, і приблизно при значенні різниці температур 5 К, стабілізується (рис.52.10). У результаті обробки експериментальних даних отримане значення коефіцієнта теплопередачі рівне 4250 Вт/(м²·К) для різниці температур 3,4 К и випарі води 12,1 т/ч. Таке значення коефіцієнта теплопередачі для традиційних випарних апаратів одержати неможливо.

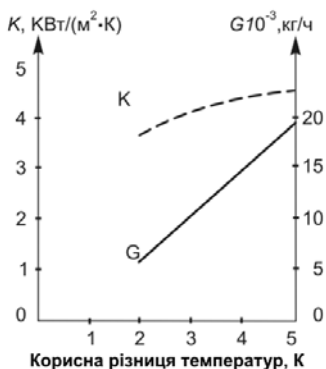


Рис. 52.10. Кількість води, що випаровується (G), і коефіцієнт теплопередачі (K) залежно від величини корисної різниці температур для пластинчастого випарника «Альфа Лаваль» при значеннях параметрів: тиск – 3,2 бар; витрата – 50 м³/год; площа апарата – 500 м² [3].

На рис.52.11 представлена залежність зміни коефіцієнта теплопередачі від вмісту сухої маси в соку на виході випарного апарата для різних типів випарників [3]. Ця величина розраховувалася традиційним способом, застосовуваним у цукровій промисловості. Аналіз показує, що значення коефіцієнта теплопередачі різко знижується зі збільшенням концентрації сухої складової в соку. З рисунка також видно значну перевагу пластинчастого випарника в порівнянні з апаратами інших типів за значенням величини коефіцієнта теплопередачі.

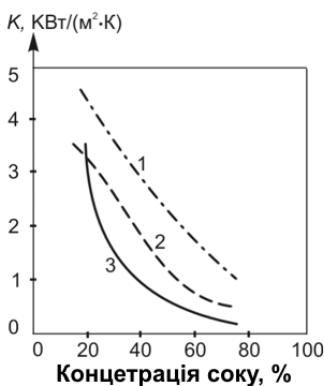


Рис. 52.11. Порівняння значення коефіцієнта теплопередачі (K) залежно від концентрації сухих речовин у соку: 1 – пластинчастий випарник «Альфа Лаваль»; 2 – апарат з падаючою плівкою; 3 – традиційний апарат Роберта [3].

На практиці одним з найбільш важливих параметрів роботи випарної станції є відсутність хімічних змін складу соку при його розпарюванні. Головним чином контролюється утворення інвертного цукру й забарвлення соку. Для традиційних випарних установок характерно інтенсивне утворення інвертного цукру в перших корпусах і зміна забарвлення в останніх корпусах. Прояв цих факторів залежить від тривалості випарювання соку. Порівняння тривалості перебування соку в пластинчастому апараті й апараті Роберта показали відповідно 20 і 180 с. При цьому утворення інвертного цукру збільшується для обох типів випарників зі збільшенням середнього значення тривалості обробки соку. Однак для пластинчастого випарного апарата збільшення вмісту інвертного цукру набагато менше. Цей же висновок стосується й забарвлення соку, що був завжди набагато слабкішим, ніж для традиційних випарних апаратів (рис. 52.12).

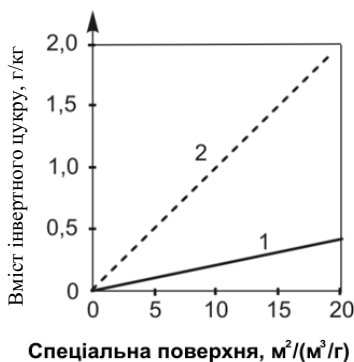


Рис. 52.12. Порівняння вмісту інвертного цукру залежно від величини спеціальної поверхні промислових випарників: 1 – пластинчастий випарник «Альфа Лаваль»; 2 – апарат Роберта [3].

На підставі наявних у літературі даних можна зробити такі висновки:

- пластинчасті випарники, установлені в посудині, при всіх порівнюваних робочих умовах завжди показували більш високі значення теплопередачі;
- збільшення інвертного цукру й забарвлення соку завжди помітно нижче;
- досвід експлуатації пластинчастих випарників показав відсутність проблем, пов'язаних із забрудненням поверхні пластин;
- досить легко встановити пластинчастий випарник як додатковий корпус до вже існуючого корпусу.

Використання пластинчастих випарників, установлених у посудині як випарників, має ряд переваг у порівнянні із закритими. Ці переваги можна коротко сформулювати в такий спосіб:

- теплообмінники даного типу мають зварені лазером парові камери без ущільнення;
- відкриті виходи соку й пари забезпечують зниження втрат гідродинамічного опору;
- менша висота конструкції;
- спрощення конструкції ущільнень на вихідному колекторі.

У перспективі вважається, що оптимальна конструкція для соку з підвищеним вмістом сухих речовин повинна мати більш широкий

зор між пластинами. Однак, як видно, це призведе до деякої втрати переваги в значенні коефіцієнта теплопередачі.

52.3. Пластинчасті теплообмінники у виробництві спирту

Економічність виробництва спирту визначається витратами різних видів енергії. Тому на перший план виходить створення енергозберігаючих технологій і, насамперед, максимальної утилізації теплової енергії. Процес виробництва спирту із крохмалистих матеріалів (зерно або картопля) передбачає багаторазову дію нагрівання й охолодження. У зв'язку із цим правильний підбір високоефективного теплообмінного устаткування багато в чому визначає продуктивність і економічність процесу в цілому. Пластинчасті теплообмінники різних типів з успіхом застосовуються у винокурній і дріжджовій промисловості за рубежом. Досвід їхнього використання показав не тільки високу ефективність економії теплової енергії, а й надійну, стабільно стійку до корозії роботу. При цьому у виробництві спирту знайшли своє застосування більшість типів теплообмінних апаратів: традиційні розбірні й паяні (рис. 51.3; 51.8), розбірні ширококанальні (рис. 51.13), спіральні (рис. 51.21), пластинчасті випарники (рис. 51.24; 51.25) і конденсатори (рис. 51.27; 51.29).

Пластинчасті й спіральні теплообмінники на противагу історично застосовуваним кожухотрубним або теплообмінникам «труба в трубі» мають цілий ряд найважливіших переваг:

- працюють із мінімальною різницею температур теплоносіїв і більш високим коефіцієнтом теплопередачі;
- високою стійкістю до утворення відкладень і забруднень, що дозволяє працювати без необхідності частих зупинок на промивання й технічне обслуговування;
- набагато меншою кількістю виробничих площ для розміщення, монтажу й обслуговування.

Остання обставина особливо важлива в технологічному ланцюжку виробництва спирту, тому що дозволяє встановлювати й монтувати теплообмінники на рівні вершин дистиляційних колон.

Процес одержання спирту із матеріалів, таких як зерно й картопля, підрозділяють на чотири основних етапи: попередня обробка, ферментація, дистиляція й переробка залишкових продуктів. Всі ці процеси мають кілька стадій, на яких відбуваються процеси підігріву,

охолодження й регенерації теплоти. Всі процеси можуть мати різне технічне рішення, але їх поєднує одне – необхідність використання вискоєфективного теплообмінного устаткування.

Попередня обробка або відділення розварювання й оцукрювання сировини, схема якого представлена на рис. 52.13, складається з наступних технологічних операцій: дроблення й здрібнювання сировини; готування замісу; розварювання сировини; охолодження розвареної маси до температури оцукрювання; змішування розвареної маси з цукруючими матеріалами (ферментні препарати, солодове молоко); оцукрювання розвареної маси; охолодження сусла до початкової температури бродіння (температура «складки»).

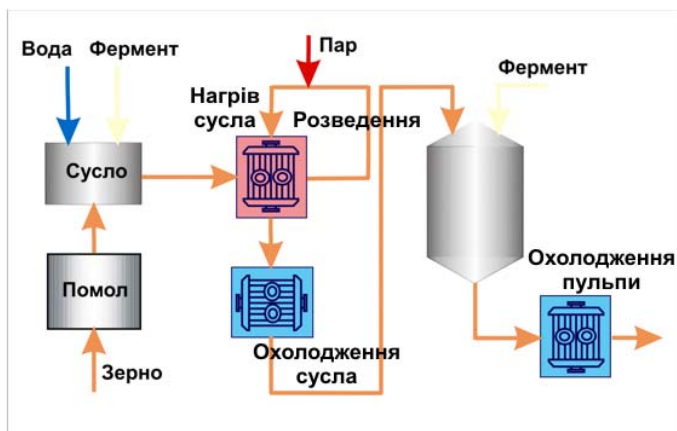


Рис. 52.13. Схема попередньої обробки зерна.

На стадії попередньої обробки відбувається гідроліз сировини, яка утримує крохмаль, її проводять при нагріванні до високої температури. Зазвичай це здійснюється у два етапи. На першому (підварювання) заміс підігрівують до температури 90–95 °С, використовуючи для цього екстрапару. При цьому, щоб уникнути підвищення в'язкості, нагрівання здійснюють швидко, протягом 1–2 хвилин. Здрібнена сировина змішується з водою до вмісту сухих речовин у замісі 16–18 %. При цьому технологічні рідини на цій стадії обробки містять домішки у вигляді волокон, великих часток розмеленого зерна або сторонніх домішок. Для підігріву або охолодження таких рідин найбільш вигідно використовувати спіральні теплообмінники, що мають

ефект самоочищення. Крім того, останнім часом має місце тенденція установки на цій позиції ширококанальних теплообмінників, які добре себе зарекомендували при виробництві спирту із цукрової тростини й бурячної меляси. У традиційній схемі виробництва охолодження розвареної маси здійснюється в осахарювачі за допомогою змішувиків або під вакуумом.



Рис. 52.14. Ширококанальні й спіральні теплообмінники в схемі попередньої обробки зерна.

Охолодження суслу до початкової температури бродіння проводять або в теплообміннику типу «труба в трубі», або за допомогою установки під вакуумом. Охолодження під вакуумом дозволяє уникнути установки громіздких і металоємних теплообмінників «труба в трубі», однак вимагає значних капітальних і експлуатаційних витрат. Якісним і аргументованим рішенням є установка на цій позиції спірального або ширококанального теплообмінника.



Рис. 52.15. Ширококанальний теплообмінник АМ20S для охолодження сусла встановлений компанією «Содружество-Т» на спиртозаводі м. Борщів (Тернопільська обл.).

Необхідно відзначити ще дві переваги використання спіральних або ширококанальних теплообмінників у схемі попередньої обробки зерна. При використанні традиційного устаткування компонування здійснюється у двох рівнях, на першому й другому поверсі, займаючи більші виробничі площі. Застосування спіральних або ширококанальних теплообмінників дозволяє істотно скоротити площі, зробити розміщення устаткування більш компактным. Це дозволяє істотно спростити технічне обслуговування й скоротити його час.

Іншою перевагою використання спіральних або ширококанальних теплообмінників є також мінімальна імовірність інфікування сусла мікрооргані-

змами, що істотно позначається на якості спирту і його виході.

Наступним етапом у виробництві спирту є ферментація або зброджування сусла. Існує три методи збражування сусла: періодичний, циклічний і безперервно-потоківий. Періодичний метод являє собою завантаження сировини й роботу по повному зброджуванню завантаженого матеріалу. Застосовується на дрібних малопотужних виробництвах, в промислових установках не використовується. В основному поширені два основних методи – циклічний і безперервно-потоківий. Циклічний метод зброджування сусла, представлений на рис.52.16, передбачає проведення головного бродіння живильного середовища в безперервних, а доброджування – у періодичних умовах. Цей спосіб традиційний, він займає проміжне положення між періодичним і безперервно-потоківим способами спиртового бродіння. Найбільш ефективним і сучасним є безперервно-потоківий спосіб,

що підвищує продуктивність бродильного відділення, сприяє затримуванню розвитку інфекції в масі й подовжує строк роботи бродильної батареї між профілактичними стерилізаціями устаткування (рис.52.17).

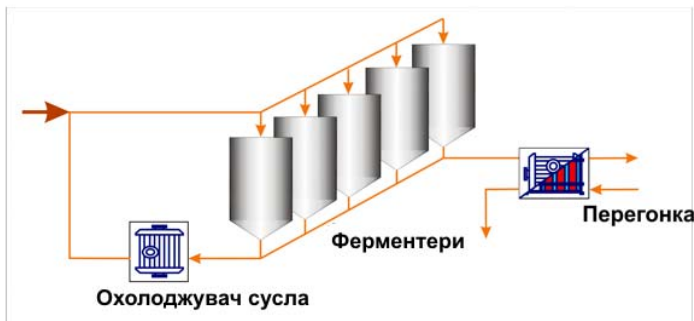


Рис. 52.16. Схема установки теплообмінників у процесі циклічної ферментації.

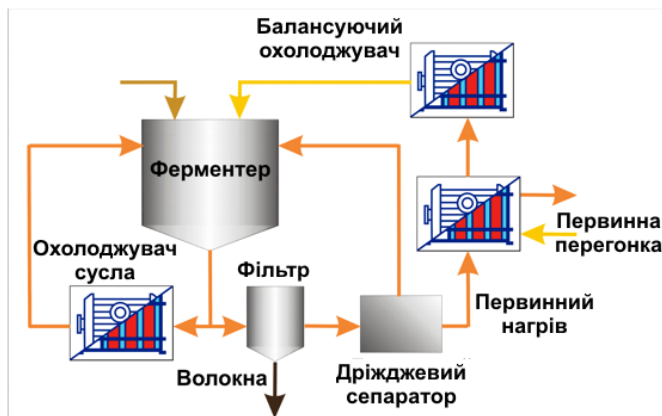


Рис. 52.17. Схема установки теплообмінників у процесі безперервно-поточкового методу ферментації.

У процесі ферментації в бродильному апараті (ферментері) відбувається виділення тепла. Для забезпечення максимальної продуктивності установки необхідно проохолоджувати субстрат (бражку) до оптимальної температури, що підтримує високу активність дріжджових клітин. Найчастіше головні бродильні апарати й три наступних дображувачі обладнані змійовиками або виносними теплообмінниками

(двостінні посудини) для відводу тепла. В інших доброджувачах охолодження бражки не проводиться. Саме на цій позиції доцільне застосування ширококанальних або спіральних теплообмінних апаратів. Їхня установка забезпечує такі переваги в порівнянні з традиційними методами охолодження:

- істотне зростання продуктивності;
- можливість точного контролю температури реакції в бродильному апараті й керування температурою;
- один теплообмінник може послідовно обслуговувати два бродильних апарати.

Найраціональніше відводити надлишкове тепло шляхом рециркулювання частини дріжджового сусла через пластинчастий теплообмінник (рис.52.17).

Наприклад, для охолодження субстрату (бражки) водою дуже ефективно встановити ширококанальний пластинчастий теплообмінник фірми «Альфа Лаваль» марки AM20S. Для технологічного перепаду температур по охолоджуваному середовищу $33^{\circ} \rightarrow 30^{\circ}$, по стороні, що нагрівають (вода) $25^{\circ} \rightarrow 29^{\circ}$ даний теплообмінник забезпечує мінімальну витрату води при таких малих перепадах температур (рис.52.15).

Найбільш складний і енергоємний процес дистиляції або перегонки бражки й ректифікації спирту (рис.52.18). Зріла бражка, що містить 8–10 % спирту, перекачується в брагоперегонний апарат. З енергетичної точки зору на цій стадії процесу за допомогою пари етанол відокремлюється від води, речовин, що не ферментуються, і продуктів вторинної ферментації. Кінцевий продукт роботи брагоперегонного апарата – одержання спирту сирцю й барди, що містить всі екстрактивні елементи й тверді зважені речовини.

На більшості вітчизняних спиртових заводів застосовуються мідні одноходові вертикальні трубчасті теплообмінники, які використовують як конденсатори, спиртоуловлювачі, холодильники і підігрівники. Як дефлегматори застосовуються багатходові горизонтальні трубчасті теплообмінники. На всіх цих позиціях з успіхом використовуються пластинчасті теплообмінники (рис.52.18). При цьому, завдяки своїм достоїнствам, таким як малий обсяг займаного простору, висока продуктивність і простота обслуговування, вони ефективно й стабільно працюють при конденсації спиртової пари із промивних, ректифікаційних і дегідраційних колон.

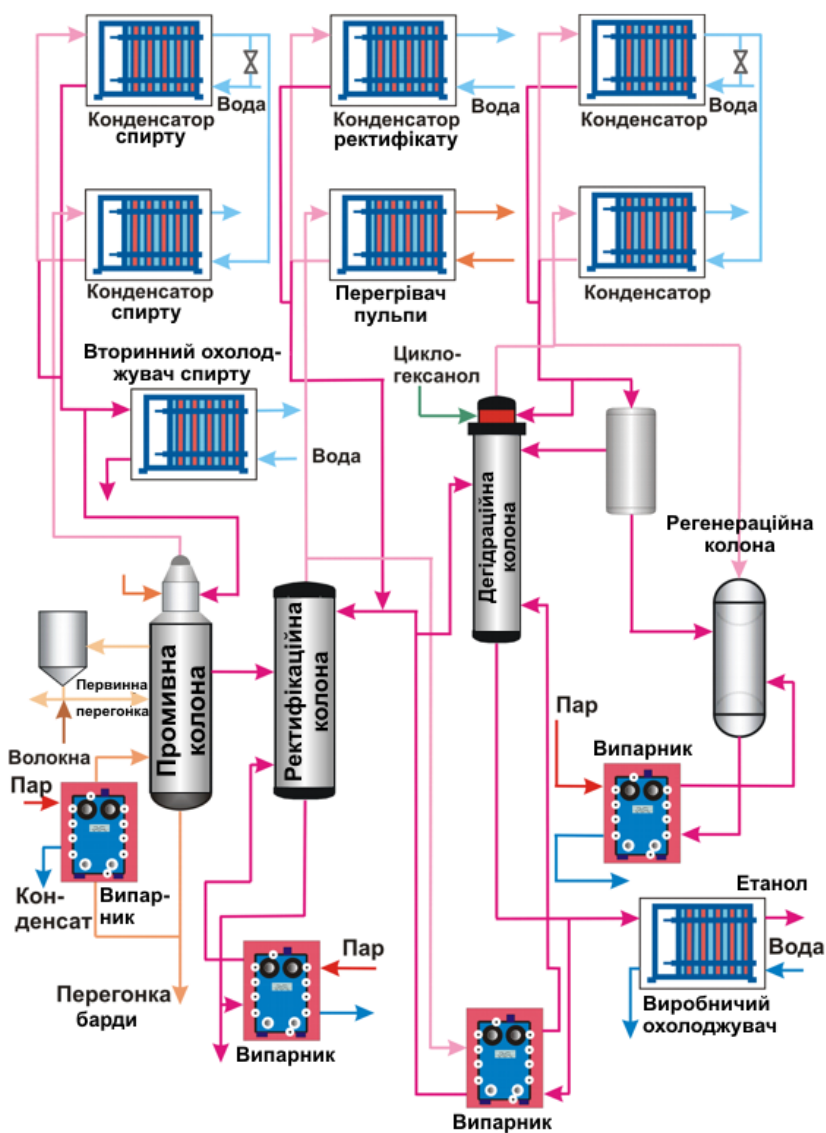


Рис. 52.18. Схема установки теплообмінників і випарників у процесі дистиляції.

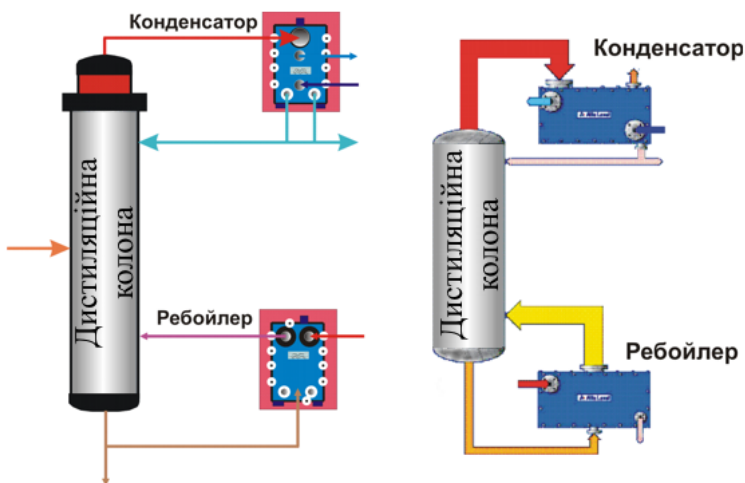


Рис. 52.19. Пластинчасті випарні апарати, конденсатори й компаблки в якості ребойлерів і конденсаторів дистиляційної колони.

Для охолодження, конденсації спирту й ректифікату, а також перегріву пульпи застосовуються традиційні розбірні або паяні теплообмінники. Як випарники також використовуються пластинчасті випарні апарати, що мають високу продуктивність.

Особливо ефективно використовувати пластинчасті апарати у вуглекислотних установках для одержання зрідженої й твердої вуглекислоти. Тут пластинчасті апарати успішно замінюють конденсатори типу «труба в трубі» і кожухотрубчастий теплообмінник, що кріпиться до станини компресора. На багатьох вітчизняних спиртових заводах є досвід використання на позиції утилізації вуглекислоти пластинчастих теплообмінників Павлоградського заводу хімічного машинобудування.

52.4. Пластинчасті випарники й теплообмінники в процесі утилізації післяспиртової зернової і мелясної барди

Утилізація спиртової барди, крім важливого економічного ефекту, має також велике екологічне значення. Практично всі спиртові заводи за рубежом мають відділення по утилізації барди, продуктом виробництва якого є сухий кормовий продукт. Зернова, картопляна або

мелясна барда відрізняється за своїм складом, концентрацією й номенклатурою сухих речовин, і, отже, за кормовою цінністю. У середньому на 1 дав спирту із зерна або картоплі одержують 0,14 м³ барди. В 1 т такої барди утримується 18,6 кг сирого протеїну, що при обробці перетворюється в протеїн дріжджів, і з урахуванням азоту, що вводять у корми, вміст перетравлюваного тваринами протеїну збільшується у два рази.

Крім виробництва сухого концентрату барди в деяких випадках вигідно одержувати згущену барду, яка може транспортуватися на значні відстані. При цьому згущена мелясна барда використовується як високоякісне добриво. Для згущення барду упарюють на випарних станціях до концентрації 65–70 % залежно від вмісту сухих речовин у вихідному продукті. Реалізація цього процесу дуже ефективна при використанні пластинчастих випарних апаратів різної потужності. Загальна схема організації випарної станції показана на рис.52.20.

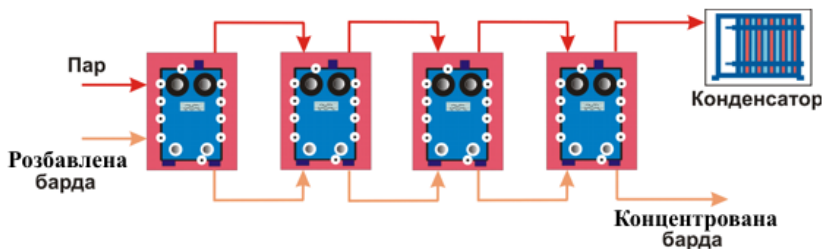


Рис. 52.20. Загальна схема випарної станції для згущення барди.

Однак найціннішим є одержання сухого продукту з картопляної й особливо зернової барди. Для реалізації цієї технології дуже вдалими є випарні станції на основі пластинчастих випарних апаратів. Це пояснюється такими причинами. По-перше, при використанні традиційних трубчастих випарних апаратів, наприклад узятих із цукрових заводів, виникає цілий ряд дуже серйозних труднощів як економічного, так і технічного характеру. Насамперед це висока вартість трубчастого випарювання в апаратах з нержавіючої сталі, вартість демонтажу й транспортування й, найголовніше, це необхідність капітального будівництва відділення утилізації барди. Трубчасті випарні апарати мають більші габарити й вимагають спеціального фундаменту, підведення технологічних комунікацій і простору для допоміжного устаткування.

кування. По-друге, пластинчасті випарники працюють ефективніше, більш стійкі до забруднення поверхні й прості в обслуговуванні. По-третє, випарна станція на базі пластинчастих випарних апаратів досягає концентрація сухих речовин порядку 40 %.

На рис.52.21 представлена схема випарної установки з механічною рекомпресією для зневоднювання рідкої фази післяспиртової барди з використанням декантерних центрифуг, пластинчастих випарних апаратів і пластинчастих теплообмінників для підігріву барди і як конденсатори. Технологічна схема одержання сухого продукту виглядає в такий спосіб:

- післяспиртова барда з концентрацією сухих речовин, приблизно 7,5–8,0 %, спочатку подається на роздільне сито, де частина її фільтрується й далі використовується для готування замісу;
- густа частина відфільтрованої барди й не фільтрована барда зливаються в збірник, і суміш насосом подається на ділянку центрифугування;
- перед центрифугуванням барда може бути нагріта у звичайному пластинчастому розбірному теплообмінному апарату й далі подається на декантерні центрифуги (або центрифуги іншого типу), після чого відфугована частина барди із центрифуг (кек) направляється в сушарку, а фугат після центрифуг зливається в збірник;
- після цього фугат підігрівається в пластинчастому паровому теплообмінному апарату до температури кипіння й подається до першого ступеня випарної станції;
- після проходження всіх ступенів випарної станції згущена приблизно до 40 % барда направляється на сушіння.

Іноді технологічно не передбачають обробку на роздільному ситі. У цьому випадку частина фільтрату барди (до 40 %) повертається на готування замісу варильного відділення після центрифугування.

Більш докладно схема першої стадії переробки барди, а саме поділ її на дисперсну фазу (фугат) і осад (кек), представлена на рис.52.22. Поділ або відфугування проводять за допомогою декантерних центрифуг, загальний вигляд яких представлений на рис.52.23.

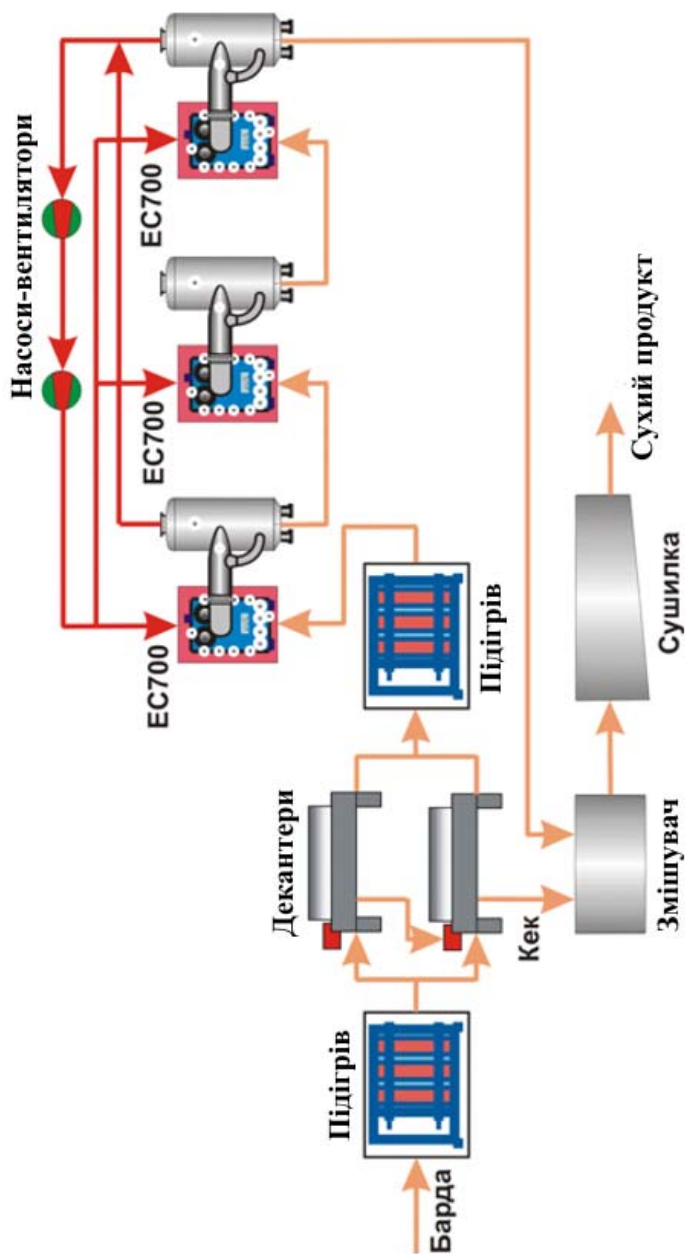


Рис. 52.21. Схема відділення утилізації післяспиртової барда з використанням декантерних центрифуг і пластинчастих випарних апаратів.

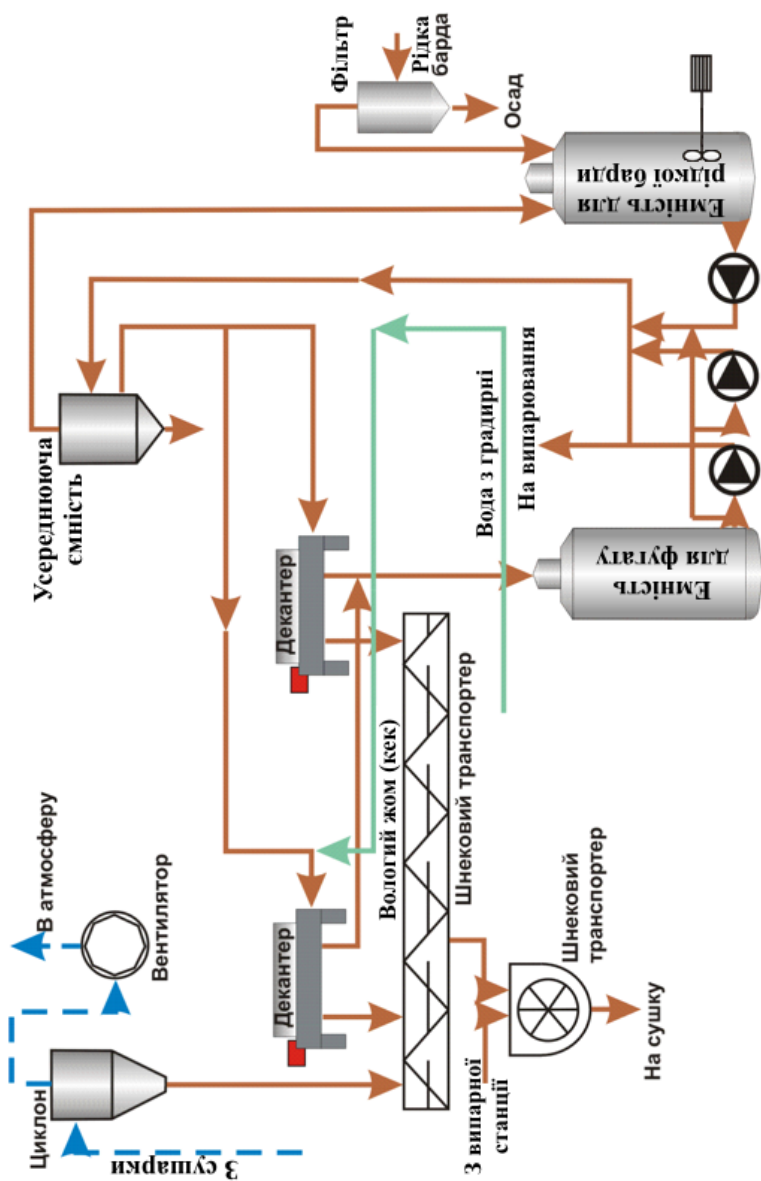


Рис. 52.22. Поділ барди на дисперсну фазу (фугат) і осад (кек).



Рис. 52.23. Декантерні центрифуги фірми «Альфа Лаваль».

Після центрифугування фугат подається на випарну станцію, одна з можливих схем реалізації, заснована на пластинчастих апаратах фірми «Альфа Лаваль», представлена на рис.52.24.

Роботи випарних апаратів станції здійснюються при низькому тиску пари, під розрядженням. Особливість представленої схеми полягає у використанні на останньому ступені випарювання традиційних пластинчастих розбірних теплообмінників великої потужності або ширококанальних теплообмінників. Вони, як правило, установлюються із примусовою циркуляцією. Загальний вигляд ширококанального теплообмінника на останній стадії, що реально функціонує на випарній станції, представлений на рис.52.24. Схема на рис.52.25 також передбачає автоматичне періодичне миття устаткування в процесі функціонування.

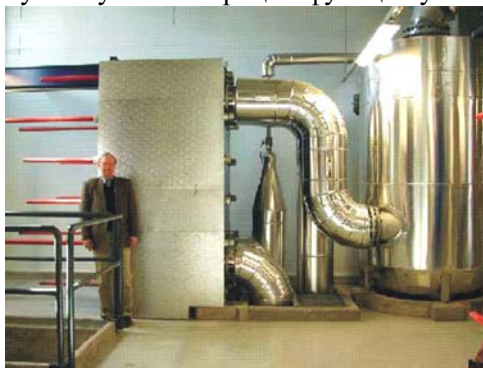


Рис. 52.24. Ширококанальний теплообмінник із примусовою циркуляцією.



Рис. 52.26. Загальний вигляд випарного апарата для випарювання фугата.

Остання стадія обробки післяспиртової барди – сушіння. Загальна схема сушильного відділення представлена на рис. 52.27.

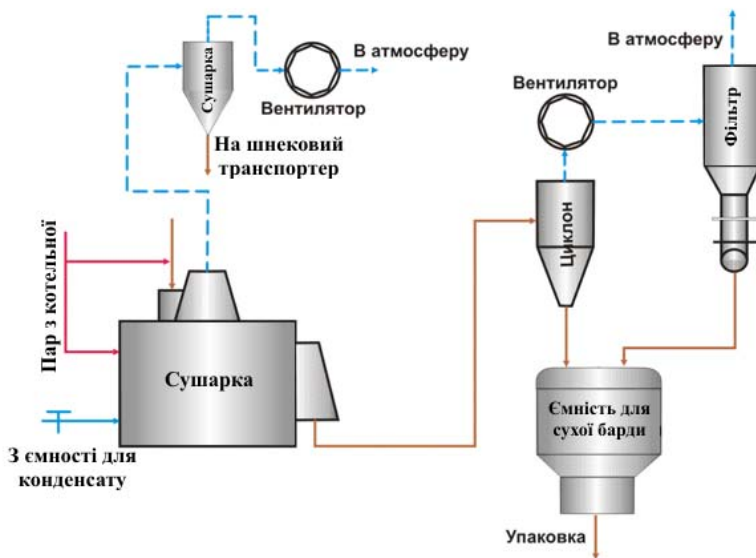


Рис. 52.27. Одержання сухого продукту.

Для зниження витрати турбінної пари, що подається на перший ступінь випарювання, рекомендується встановлювати не менш як три випарних апарати. На заводах США й Канади фугат упарюють на чотирьохкорпусних випарках під розрядженням до концентрації сухих речовин 35 %. Упарений фугат змішують із осадом, відфугованим з барди, і частиною сухою барди. Отриманий сирий продукт із концентрацією сухих речовин близько 50 % висушують гарячим повітрям у барабанних сушарках.

Устаткування реалізованої триступінчастої випарної станції на базі номенклатури пластинчастих теплообмінників і випарних апаратів «Альфа Лаваль» містить у собі:

- теплообмінник M10MFM для підігріву барди;
- випарний апарат першого ступеня станції EC350;
- два випарники другого ступеня M20M;
- випарник третього ступеня EC500;
- конденсатори-теплообмінники AK20-FM і M6-MFM.

Крім цього устаткування випарні апарати оснащуються циклонними сепараторами, циркуляційними насосами й насосами конденсату, а також системами автоматичної мийки.

ГЛАВА 53.

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРАЦІЇ ДЛЯ ТЕПЛООБМІННОЇ СИСТЕМИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

53.1. Загальні відомості про теплові помпи

Перш за все слід відмітити, що теплові помпи у зв'язку з загостренням енергетичних та екологічних питань розвитку промисловості привертають до себе все більше уваги. Теплові помпи – це пристрої, які сконструйовано більш як 100 років тому, вони використовують низькопотенційне джерело тепла. Це зв'язано з тим, що теплові помпи це апарати в яких низькопотенційне тепло, що підводять, переходить в тепло більш високого потенціалу. При цьому кількість енергії, що витрачають на цей процес, значно менша, ніж кількість енергії, що отримують. Теплові помпи забезпечують економію палива та зменшують забруднення навколишнього середовища. Слід підкреслити, що тепло, яке утилізують при використанні теплових pomp, може бути природним або вторинним енергоресурсом.

Таким чином, все вищевказане припускає велику кількість типів теплових pomp, які класифікують по різним ознакам:

- джерело низькопотенційного тепла – вторинні або природні енергоресурси;
- вид енергії, що використовують (утилізація тепла різного походження, електрична енергія або інша);
- комбінація теплоносіїв: низькопотенційне джерело – середовище, що нагрівають (повітря – повітря, повітря – вода та інше);
- принцип дії – парокомпресорні, абсорбційні та інші;
- тип приводу компресора (електродвигун, двигун внутрішнього згорання, турбіна та інше).

Найчастіше використовують компресійну теплову помпу, де холодильний агент почергово здійснює такі перетворення:

- випаровується, відбираючи тепло від «холодної» сторони;
- розширюється за рахунок підведеної енергії живлення до компресора помпи, при цьому температура підвищується до 90 – 100 °C;

- конденсується з одночасним охолодженням на «теплій» стороні помпи;

- розширюється при проходженні через клапан, що дроселює, при цьому температура падає.

Після цього у випарнику холодильний агент підігрівається й випаровується, а далі цикл повторюється. Теплові помпи мають можливість реверсу, тобто зміни напрямку обігу й влітку можуть бути використані як охолоджувачі повітря в приміщеннях.

Про ефективність роботи теплової помпи можна судити з теплового балансу, який виглядає так:

$$Q = Q_0 + N,$$

де Q – потужність, здобута в конденсаторі, кВт; Q_0 – потужність, відібрана у випарнику, кВт; N – потужність, спожита компресором, кВт.

Теоретичний коефіцієнт теплової ефективності можна визначити як:

$$\Phi = Q/N = 1 + Q_0/N$$

Максимальний, теоретично можливий коефіцієнт теплової ефективності, визначений за циклом Карно, можна визначити як:

$$\Phi_{\max} = T/(T - T_0),$$

де T – температура конденсації, K° ; T_0 – температура випаровування, K° .

Фактичний коефіцієнт теплової ефективності помпи є меншим від теоретичного в результаті механічних, теплових та інших втрат, що виникають при цих процесах.

Ефективність застосування теплової помпи залежить від різниці температур конденсації та випаровування холодильного агента, тому, як видно з формули, робота помпи є ефективнішою при зменшенні цієї різниці температур.

Реальні коефіцієнти теплової ефективності теплових pomp знаходяться звичайно в межах від 2 до 5. Це означає, що від 1 кВт/рік підведеної електричної енергії можна одержати 2 – 5 кВт/рік теплової енергії.

53.2. Характеристика роботи холодильних агрегатів у харчовій промисловості

Холодильні агрегати широко використовуються у харчовій промисловості, зокрема, у виробництві молокопродуктів, пива, хлібопекарських дріжджів, виноробстві, а також на м'ясокомбінатах. Як холодоагент в них, в основному, застосовується аміак – один з холодоагентів, що не має шкідливого впливу на озоновий шар.

Разом з цим, тепло, що виділяється в конденсаційній частині холодильного агрегату практично не використовується. Для оцінки можливості використання цього тепла було проведено обстеження конденсаційної частини холодильного агрегату одного з сиромолочних підприємств Харківської області. Перш за все необхідно описати технологічні потоки та устаткування у відділеннях виробництва, що обстежують.

Потік парів аміаку після випарника надходить у компресорне відділення, де відбувається його стиск до $10 - 15 \text{ кг/см}^2$ (рис. 53.1). Як відомо аміак відноситься до тих холодоагентів, які при стиску дають найбільш істотний перегрів, тому температура аміаку після компресорного відділення становить $100 - 120^\circ\text{C}$. Охолодження перегрітого аміаку і його конденсація відбуваються в конденсаторах, однак тепло не використовується.

Потенціал тепла, яке можна одержати при охолодженні аміаку до температури конденсації становить близько 483 кВт. Це тепло можна використати в трьох напрямках:

- готування гарячої води для технологічних потреб;
- готування гарячої води для тепlopостачання й гарячого водopостачання;
- підігрів сирpї води, що надходить на водopідготовку до котельної підприємства.

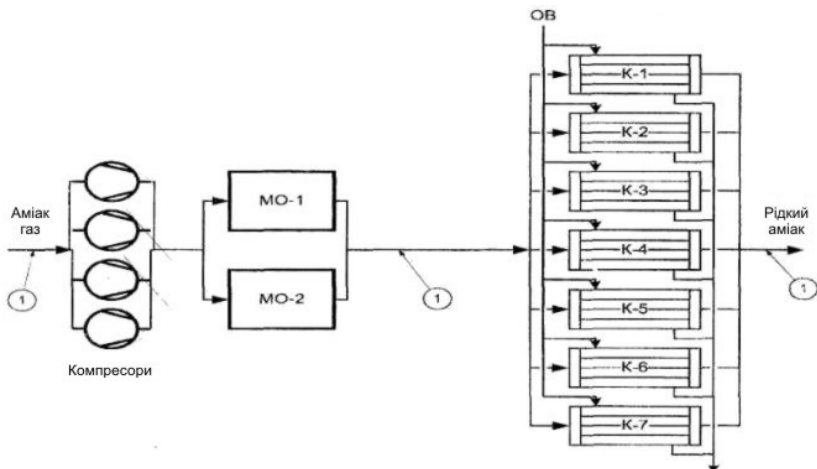


Рис. 53.1. Технологічна схема охолодження й конденсації парів аміаку в аміачному відділенні: МО-1, МО-2 – масловіддільники; ОВ – охолодна вода оборотного циклу; К-1 – К-7 – конденсатори

У технологічному циклі виробництва сиру гаряча вода використовується для пастеризації молока ($72 - 74\text{ }^{\circ}\text{C}$), а також для різних операцій, зв'язаних безпосередньо з виготовленням сиру. Потенціал гарячої води змінюється в широких температурних межах, від 35 до $70 - 80\text{ }^{\circ}\text{C}$. У діючій схемі необхідна температура гарячої води для технологічних потреб забезпечується додатковим упорскуванням пари в гарячу воду.

Підігрів сирної води, що надходить на водопідготовку котельної, у цей час не проводиться, що погіршує роботу катіонітних фільтрів і якість води, з погляду утворення накипу.

53.3. Інтеграція теплової системи виробництва

Для вибору устаткування необхідно сформулювати принципи інтеграції теплового потенціалу аміаку після компримування. Сіткова діаграма існуючої системи технологічних потоків аміачного відділення й потоків, доступних для інтеграції в системі тепlopостачання в цей час, показана на рис. 53.2.

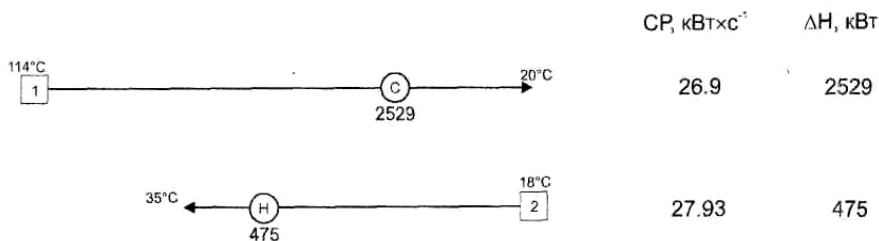


Рис. 53.2. Сіткова діаграма системи потоків котельної та аміачного відділення, що використовують на цей час

Тут ми бачимо відсутність будь якої інтеграції. Технологічні характеристики гарячих (гар.) та холодних (хол.) потоків, які зібрані в процесі обстеження підприємства, представлені у таблиці 53.1.

Таблиця 53.1. Потоківі характеристики для існуючої схеми

Назва потоку	Тип	TS, °C	TT, °C	G, т/год	C, кДж/кг·K	Г, кДж/кг	CP, кВт/K	ΔH, кВт
Охолодження газоподібного аміаку	гар.	114	28	6,22	3,25	—	5,615	482,91
Конденсація аміаку	гар.	28	28	6,22	—	1146	—	1980,03
Охолодження рідкого аміаку	гар.	28	20	6,22	4,75	—	8,207	65,66
Вода на ХВО	хол.	18	35	24,0	4,19	—	27,933	474,87

За допомогою цих характеристик ми будемо складові криві для існуючого процесу і його теплової системи (рис. 53.3), на яких добре видно необхідні утилітні навантаження для обстежуваної системи технологічних потоків.

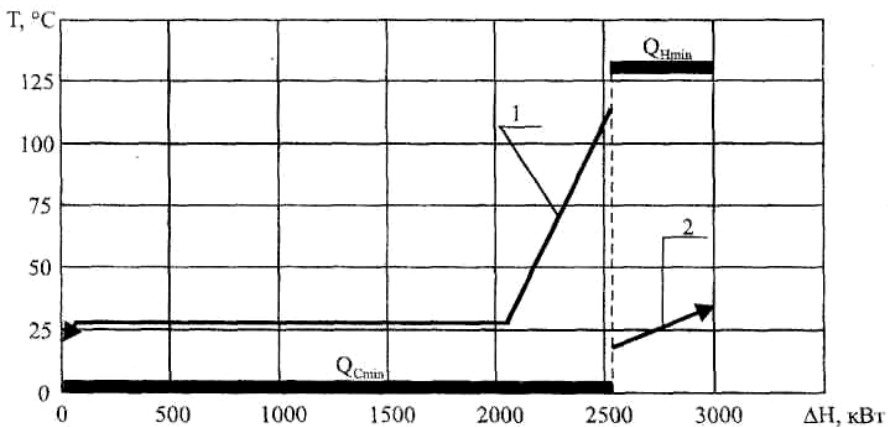


Рис. 53.3. Складові криві системи технологічних потоків котельної й компресійного відділення до інтеграції: 1 – гаряча складова крива; 2 – холодна складова крива; $Q_{Hmin} = 475$ кВт – гаряча утиліта; $Q_{Cmin} = 2529$ кВт – холодна утиліта

Аналіз складових кривих показує можливість інтеграції потоків котельної, зокрема, потоку води, яка відправляється на хімоводоочистку (ХВО).

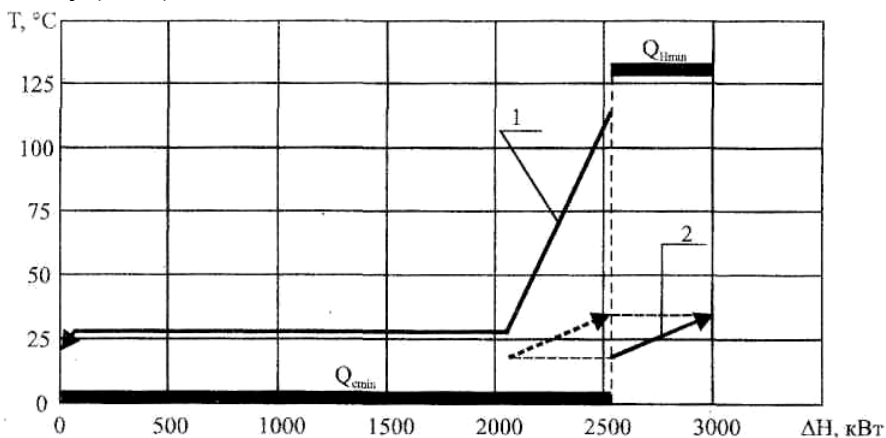


Рис. 53.4. До можливості інтеграції потоків котельної й аміачного відділення

Потужність, необхідну для цього потоку, цілком можна одержати від парів аміаку (рис. 53.4), але складові криві (рис. 53.3) показують також наявність великої кількості низькопотенційної теплоти, що у цей час відводиться від системи водою, що охолоджує. Цю теплоту можна використати для інтеграції й комбінованого нагрівання разом з водою на хімоводоочистку, а також і потоку для системи гарячого водопостачання всього підприємства.

Включимо новий потік у теплову інтеграцію та заповнимо нову таблицю з потоковими даними (табл. 53.2).

Таблиця 53.2. Дані для інтегрованої схеми без додаткової компресії

№	Назва потоку	Тип	TS, °C	TT, °C	G, т/ч	C, кДж/ кг·K	г, кДж/ кг	CP, кВт/K	ΔH, кВт
1.1	Охолодження газоподібного аміаку	гар.	114	28	6,22	3,250	—	5,615	482,91
1.2	Конденсація аміаку	гар.	28	28	6,22	—	1146	—	1980,0
1.3	Охолодження рідкого аміаку	гар.	28	20	6,22	4,750	—	8,207	65,66
2	Вода на ХВО	хол.	18	35	24,0	4,190	—	27,933	474,87
3	Вода на виробництво	хол.	18	70	4,53	4,190	—	5,270	274,00

Для інтеграції у системі теплообміну обрана мінімальна різниця температур між потоками ΔT_{\min} , рівною 2°C. Таку різницю температур між теплоносіями, що використовують цілком можна забезпечити на сучасних вискоефективних компактних теплообмінних апаратах, наприклад, на пластинчастих теплообмінних апаратах.

Складові криві, побудовані для потокових даних з табл. 53.2 і мінімальній різниці температур $\Delta T_{\min}=2^{\circ}\text{C}$, показують можливість повного виключення гарячих утиліт з розглянутої системи потоків і можливість додаткового підігріву мережної води. Усього в розглянутій системі для обраного ΔT_{\min} можлива потужність теплової рекуперації

становить величину $\sim 0,75$ МВт, з яких 0,47 МВт іде на підігрів води для хімоводоочистки, а 0,27 МВт для підігріву води в мережі.

Сіткова діаграма системи теплообміну, що задовольняє складовим кривим після інтеграції (рис. 53.5), приведена на рис. 53.6.

Для досягнення енергетичних цілей, визначених складовими кривими, знадобиться п'ять рекуперативних теплообмінних апаратів. Коротка характеристика теплообмінних апаратів, планованих до використання в технологічній схемі, що наведена на рис. 53.1, дана в таблиці 53.3.

Таблиця 53.3. Технічні дані теплообмінних апаратів для оцінки теплообмінної системи без додаткового компримування

№	Гарячий потік			Холодний потік			ΔT_{\min}	Q, кВт	S, м ²
	№	T _{вх}	T _{вих}	№	T _{вх}	T _{вих}			
T1	1	28	20	2	18	26	2	224	10,22
T2	1	114	28	2	26	35	2	251	17,28
T3	1	114	28	3	26	70	2	53	8,68
T4	1	28	28	3	18	26	2	42	7,04
T5	1	114	28	3	26	70	2	179	21,60
								Усього	64,82

Проводячи додатковий аналіз складових кривих для пропонуваної системи теплообмінників (рис. 53.5), ми бачимо, що локалізація пінча на гарячій температурі 28 °С – температурі конденсації аміаку, лімітує витрату теплоносія мереж, яку можна було б використати для опалення й гарячого водопостачання. Якби нам удалось підняти температуру конденсації, хоча б частини потоку аміаку, то можна було б збільшити витрату теплоносія на потреби підприємства.

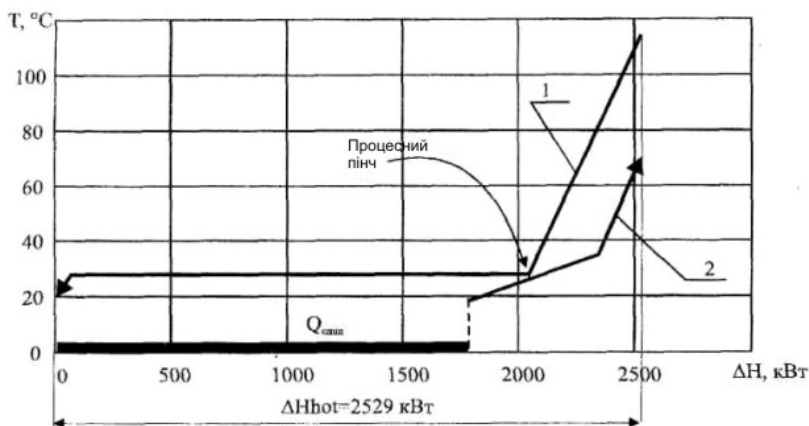


Рис. 53.5. Складові криві системи технологічних потоків котельної й компресійного відділення після інтеграції без додаткового компримування:
 1 – гаряча складова крива; 2 – холодна складова крива; $Q_{\min} = 0$ кВт – гаряча утиліта; $Q_{\min} = 1780$ кВт – холодна утиліта; ΔH_{hot} – загальна потокова тепломісткість гарячої складової кривої

Збільшити температуру конденсації парів аміаку можна, якщо підвищити рівноважну температуру частини потоку, тобто при застосуванні додаткового компримування. У цьому випадку параметри потоку при компримуванні можливо знайти за допомогою математичного забезпечення, яке розроблено для інтеграції технологічних потоків в системах. Таким чином було розраховано, що для практичного забезпечення теплом та гарячою водою, тобто для нагріву води в мережі до температури 70°C з витратою 20 т/год, необхідна додаткова компресія 2,3 т/год газоподібного аміаку з 11 ат до 26 ат при температурі конденсації 60°C .

Застосування такого методу вирішення проблем з використанням теплових pomp стає достатньо поширеною практикою. Наприклад, вже у вісімдесятих роках у Швеції створено систему правових механізмів, що регулюють і сприяють встановленню теплових pomp.

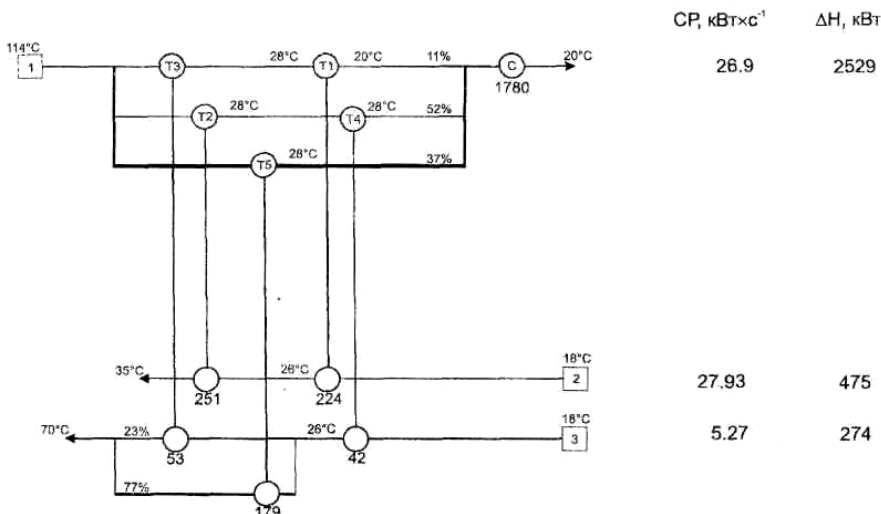


Рис. 53.6. Сіткова діаграма інтегрованої системи потоків котельної й аміачного відділення: Т – теплообмінні апарати; С – холодильник; CP – потокова теплоємність; ΔH_{hot} – потокова ентальпія

Теплові помпи забезпечують 20 % загального тепла, що споживають у Швеції. Застосування теплових pomp принесло конкретні економічні та екологічні результати: щорічно заощаджується 1200000 тон паливних масел (мазуту); встановлення теплових pomp зменшило забруднення навколишнього середовища.

Таким чином, масштаби впровадження теплових pomp, інтегрованих у теплову мережу, можуть бути досить значними, рівень вітчизняних і закордонних розробок дозволяє вже зараз здійснювати промислову реалізацію цих проектів.

ВІДПОВІДІ НА КОНТРОЛЬНІ ЗАДАЧІ

Глава 9. Розрахунок маси сухих речовин і вологості у вихідній сировині

- 9.1. $G_{\text{вол}} = 9,8 \text{ кг}; G_{\text{ср}} = 60,2 \text{ кг}.$
- 9.2. $G_{\text{вол}} = 19,5 \text{ кг}.$
- 9.3. $G_{\text{бор}} = 28,74 \text{ кг}.$
- 9.4. $G_{\text{вол}} = 31,68 \text{ кг}; G_{\text{ср}} = 4,32 \text{ кг}.$
- 9.5. $W_{\text{бор}} = 13 \text{ \%}.$
- 9.6. $G_{\text{вол}} = 6 \text{ кг}; G_{\text{ср}} = 6 \text{ кг}.$
- 9.7. $G_{\text{вол}} = 3,76 \text{ кг}; G_{\text{ср}} = 0,24 \text{ кг}.$
- 9.8. $G_{\text{бор}} = 78,48 \text{ кг}.$
- 9.9. $G_{\text{р.д.}} = 7,5 \text{ кг}.$
- 9.10. $G_{\text{вол}} = 3,2 \text{ кг}; G_{\text{ср}} = 16,8 \text{ кг}; G_{\text{вол}} = 7,3 \text{ кг}; G_{\text{ср}} = 2,7 \text{ кг}.$
- 9.11. $G_{\text{ср}} = 42,5 \text{ кг}.$
- 9.12. $W_{\text{д.с.}} = 92 \text{ \%}.$
- 9.13. $G_{\text{ц}} = 2,504 \text{ кг}.$
- 9.14. $W_{\text{оп}} = 48,3 \text{ \%}.$
- 9.15. $W_{\text{оп}} = 65,2 \text{ \%}.$

Глава 10. Розрахунки борошна на заміс тіста

- 10.1. $20,47 \text{ кг}.$
- 10.2. $300 \text{ кг}.$
- 10.3. $940,5 \text{ кг}.$
- 10.4. $B_{\text{год}}^{\text{зар}} = 220,6 \text{ кг}; r_{\text{т}} = 32 \text{ хв}.$
- 10.5. $6,4 \text{ кг}.$
- 10.6. $16,3 \text{ кг}.$
- 10.7. $11,56 \text{ кг}.$
- 10.8. $82,56 \text{ кг}.$
- 10.9. $B_{\text{год}}^{\text{зар}} = 400 \text{ кг}; G_{\text{т}}^{\text{зам}} = 4,4 \text{ кг/хв}.$
- 10.10. $86,1 \text{ кг}.$
- 10.11. $44,3 \text{ кг}.$
- 10.12. $49,25 \text{ кг}.$
- 10.13. $87,86 \text{ кг}.$
- 10.14. $G_{\text{т}}^{\text{б}} = 34,76 \text{ кг}; G_{\text{зам}}^{\text{б}} = 32,42 \text{ кг}.$
- 10.15. $74,4 \text{ кг}.$
- 10.16. $12 \text{ кг}.$
- 10.17. $29,2 \text{ кг}.$
- 10.18. $66,34 \text{ кг}.$
- 10.19. $41,3 \text{ кг}.$
- 10.20. $76 \text{ кг}.$
- 10.21. $G_{\text{зак}} = 56,14 \text{ кг}; W_{\text{зак}} = 70 \text{ \%}.$

10.22. $G_{\text{бор}} = 36,26 \text{ кг}; W_{\text{оп}} = 50 \text{ \%}$.

10.23. 82,7 кг.

10.24. 44,7 кг.

10.25. 31,3 кг.

10.26. 49,7 кг.

10.27. 48,5 кг.

10.28. 70 кг.

10.29. 21,6 кг.

10.30. $G_{\text{оп}} = 76,5 \text{ кг}; G_{\text{води}} = 46,125 \text{ кг}$.

Глава 11. Розрахунки допоміжної сировини

11.1. $G_{\text{роз.с}} = 3,05 \text{ кг}; G_{\text{роз.ц}} = 2 \text{ кг}$.

11.2. $G_{\text{мар}} = 2,45 \text{ кг}; G_{\text{із}} = 7 \text{ кг}$.

11.3. $G_{\text{др}} = 13,75 \text{ кг}; G_{\text{б}} = 3,5 \text{ кг}$.

11.4. 2,24 кг.

11.5. $G_{\text{роз.с}} = 3,46 \text{ кг}; G_{\text{роз.ц}} = 6 \text{ кг}; G_{\text{др.сус}} = 2,4 \text{ кг}; G_{\text{мас}} = 2,1 \text{ кг}$.

11.6. 22,5 шт.; 0,9 кг.

11.7. $G_{\text{др}} = 1,73 \text{ кг}; G_{\text{с}} = 1,73 \text{ кг}; G_{\text{ц}} = 11,5 \text{ кг}; G_{\text{мас}} = 4,6 \text{ кг}$.

11.8. $G_{\text{заг}}^{\text{б}} = 8,77 \text{ об/хв}; G_{\text{с}} = 0,13 \text{ кг/хв}; G_{\text{др}} = 0,06 \text{ кг/хв}$.

11.9. $G_{\text{max}}^{\text{б}} = 118,8 \text{ кг}; G_{\text{с}} = 1,2 \text{ кг}; G_{\text{в.мас}} = 11,88 \text{ кг}. G_{\text{ц}} = 29,7 \text{ кг}; G_{\text{пат}} = 2,4 \text{ кг};$

$G_{\text{яєць}} = 30 \text{ шт}$.

11.10. $G_{\text{р.с}} = 6 \text{ кг}; G_{\text{р.ц}} = 4,28 \text{ кг}$.

11.11. $G_{\text{б}} = 3,33 \text{ кг/хв}; G_{\text{др}} = 0,03 \text{ кг/хв}; G_{\text{с}} = 0,05 \text{ кг}; G_{\text{ц}} = 0,1 \text{ кг}; G_{\text{мол.}} = 0,8 \text{ кг}$.

11.12. $G_{\text{с}} = 1,8 \text{ кг}; G_{\text{пат}} = 6 \text{ кг}; G_{\text{км}} = 6 \text{ кг}$.

11.13. $G_{\text{оп}} = 3 \text{ кг}; G_{\text{оп}}^{\text{б}} = 1,22 \text{ кг}$.

11.14. 6,4 кг.

11.15. 107 кг.

Глава 12. Розрахунки взаємозамінної сировини

12.1. 4,21 кг.

12.2. 1,05 кг.

12.3. $G_{\text{сг.м}} = 4,8 \text{ кг}; G_{\text{ц}} = 18,76 \text{ кг}$.

12.4. $G_{\text{ам}} = 0,0105 \text{ кг}; G_{\text{ж}}^{\text{б}} = 3,5 \text{ кг}$.

12.5. 0,3 кг.

12.6. 3,5 кг.

12.7. 23,3 кг.

12.8. 6,73 кг.

12.9. 3,42 кг.

12.10. 1,875 кг.

12.11. 2,14 кг.

Глава 13. Розрахунки температури, витрат води на заміс тіста

13.1. 27,87 кг.

13.2. 6,3 кг.

- 13.3. 59,5 кг.
- 13.4. $G_B = 51,65$ кг; $t_3 = 104,3$ °C.
- 13.5. $G_B = 36$ кг; $W_{оп} = 44,42$ %.
- 13.6. 53,1 кг.
- 13.7. 82,5 кг.
- 13.8. 19,08 кг.
- 13.9. 74,72 кг.
- 13.10. 27,74 кг.
- 13.11. 15,8 кг.
- 13.12. 77,15 л.
- 13.13. 46,39 л.
- 13.14. 23,18 кг.
- 13.15. 31,8 кг.
- 13.16. 65,5 кг.
- 13.17. 120,26 кг.
- 13.18. $G_T = 148$ кг; $G_C = 109,3$ кг.
- 13.19. $G_{оп} = 135,7$ кг; $G_B = 25,7$ кг.
- 13.20. 44,7 кг.
- 13.21. $G_{\bar{6}} = 56,14$ кг; $G_B = 183,86$ кг.
- 13.22. $G_{\bar{6}} = 230,8$ кг; $G_B = 85,88$ кг.
- 13.23. $t_{оп} = 42,46$ °C + n .
- 13.24. $t_T = 30$ °C – $n/2$.
- 13.25. $W_{др.сус} = 33,7$ %; $G_{др.сус} = 20$ кг.

Глава 14. Розрахунки виробничих рецептур

- 14.1. $G_B = 42,2$ кг.
- 14.2. $G_B = 3,25$ кг.
- 14.3. $G_B = 14,34$ кг.
- 14.4. $G_B = 47,4$ кг.
- 14.5. $G_B = 5,52$ кг.
- 14.6. $G_B = 2,84$ кг.
- 14.9. $G_{B_1} = 0,32$ кг.
- 14.10. 51 кг.
- 14.11. $G_B^{оп} = 8,4$ кг; $G_B^T = 21,62$ кг.
- 14.13. $G_B = 2,45$ кг.
- 14.14. $G_B^{оп} = 35,48$ кг; $G_B^T = 36,08$ кг.
- 14.15. $G_B^{оп} = 30$ кг; $G_B^T = 29,5$ кг.
- 14.16. $G_B^{оп} = 31,16$ кг; $G_B^T = 13,8$ кг.
- 14.17. $G_{B_1} = 4,45$ кг.
- 14.20. $G_{рсо} = 8$ кг/хв; $G_{\bar{6}} = 2,34$ кг/хв.
- 14.21. $G_{рсо} = 9,8$ кг/хв; $G_{\bar{6}} = 7,8$ кг/хв.
- 14.22. $G_B^{оп} = 1,87$ кг/хв; $G_B^T = 1,52$ кг.
- 14.23. 12 кг/хв.
- 14.24. $G_B^{оп} = 3,34$ кг; $G_B^T = 0,84$ кг.

- 14.25. $G_{\text{рсо}} = 15,8 \text{ кг/хв.}$
 14.26. $G_{\text{в}}^{\text{оп}} = 3,37 \text{ кг}; G_{\text{в}}^{\text{т}} = 0,38 \text{ кг.}$
 14.27. $G_{\text{в}}^{\text{оп}} = 42,26 \text{ кг}; G_{\text{в}}^{\text{т}} = 13,54 \text{ кг.}$
 14.28. $G_{\text{в}}^{\text{оп}} = 3,607 \text{ кг}; G_{\text{в}}^{\text{т}} = 1,285 \text{ кг.}$

Глава 15. Вихід хлібобулочних виробів

- 15.1. 137 %.
 15.2. 136,1 %.
 15.3. 138,7 %.
 15.4. 136,2 %.
 15.5. 149,9 %.
 15.6. 138 %.
 15.7. 133,7 %; 132,3 %.
 15.8. 152,8 %; 154,4 %.
 15.9. збільшиться на 2,8 %.
 15.10. збільшиться на 3 %.
 15.11. збільшиться на 3,5 %.
 15.12. 13,13 %.
 15.13. 16 %.
 15.14. 136 %.
 15.15. 2,36 %.
 15.16. 140,38 %.
 15.17. 135,5 %.
 15.18. 136,9 %.
 15.19. 137,4 %.

Глава 20. Матеріальний баланс

- 20.1. $G_{\text{вер}} = 249,5 \text{ кг.}$
 20.2. $G_{\text{нм}} = 2219,9 \text{ кг.}$
 20.3. $G_{\text{ж}} = 1,7 \text{ кг}; \rho_{\text{ж}} = 4,7 \text{ %}; G_{\text{нм}} = 60 \text{ кг}; \rho_{\text{нм}} = 2,5 \text{ %}$
 20.4. $G_{\text{вер}} = 562,8 \text{ кг}; G_{\text{зн}} = 4437,2 \text{ кг.}$
 20.5. $G_{\text{сх.м}} = 426,7 \text{ кг.}$
 20.6. $G_{\text{м.в}} = 940 \text{ кг.}$
 20.7. $G_{\text{ж}} = 6,15 \text{ кг}; \rho_{\text{ж}} = 1,46 \text{ %}; G_{\text{заг}} = 15 \text{ кг}; \rho_{\text{заг}} = 1,25 \text{ %}; G_{\text{вер}} = 17,57 \text{ кг.}$
 20.8. $G_{\text{с}} = 496,6 \text{ кг.}$
 20.9. $G_{\text{м}} = 8979 \text{ кг.}$
 20.10. $G_{\text{заг}} = 40 \text{ кг}; \rho_{\text{заг}} = 0,38 \text{ %}; G_{\text{ж}} = 2,3 \text{ кг}; \rho_{\text{ж}} = 0,6 \text{ %}; G_{\text{м}} = 63,9 \text{ кг.}$
 20.14. $x_{\text{ж}} = 98,2 \text{ %.}$
 20.15. $x_{\text{ж}} = 95 \text{ %}; x_{\text{б}} = 79,2 \text{ %.}$
 20.16. $x_{\text{ж}} = 95,5 \text{ %}; x_{\text{б}} = 79,2 \text{ %.}$
 20.17. $x_{\text{ж}} = 98,1 \text{ %}; x_{\text{б}} = 1,19 \text{ %.}$
 20.19. $x_{\text{ж}} = 98,89 \text{ %}; \epsilon_{\text{ж}} = 98,1 \text{ %.}$
 20.20. $x_{\text{ж}} = 98,89 \text{ %}; \epsilon_{\text{ж}} = 97,47 \text{ %}$
 20.21. $B_{\text{м}} = 7643 \text{ кг.}$
 20.22. $B_{\text{м}} = 6489 \text{ кг.}$

- 20.23. $B_M = 2959$ кг.
 20.24. $B_M^H = 6310$ кг.
 20.25. $B_M = 18562$ кг.
 20.26. $B_M = 21976$ кг.
 20.27. $B_M = 23413$ кг; $B_\phi = 23438$ кг.
 20.28. $B_{H.M} = 10790$ кг.
 20.29. на 667 кг, або 6,2 %; економія жиру на 1 т сиру 25,3 кг.
 20.30. $B_1 = 8568$ кг; $B_2 = 8577$ кг.
 20.31. 1462 кг.
 20.32. $\varepsilon_\delta = 0,76$; $\varphi_c = 15,2$ %; $B_{HM} = 6579$ кг.
 20.33. $B_{H.M.} = 6367$ кг.
 20.34. на 5,6 %.
 20.35. $\varphi_{H.B.} = 4,67$ %; $\varphi_{T.C.} = 10,64$ %.
 20.36. $\varphi_{H.B.} = 5,65$ %; $\varphi_{T.C.} = 12,52$ %.
 20.37. $B_{H.M.} = 10149$ кг.

Глава 21. Нормалізація молока на виробництві молочних продуктів

- 21.1. $G_M = 877$ кг; $G_{3H} = 123$ кг.
 21.2. $G_M = 166,7$ кг; $G_{вер} = 33,3$ кг.
 21.3. $G_{3H} = 213$ кг.
 21.4. $G_{к.сир.} = 12$ кг.
 21.5. $G_{зак.} = 12,5$ кг; $Ж_{вер.} = 35,5$ %.
 21.6. $G_{вер.} = 94$ кг; $G_{H.M.} = 4906$ кг; $G_{сеп} = 713$ кг.
 21.7. $G_{H.ер.м.} = 10882$ кг; $G_{3H.M.} = 1118$ кг; $G_{суц.н.} = 10882$ кг.
 21.8. $G_{H.M.} = 14054$ кг; $G_{вер.} = 946$ кг.
 21.9. $G_{вер} = 264,9$ кг; $Ж_{сум.} = 9,3$ %.
 21.10. $Ж_{HM} = 3,46$ %; $Ж_{HM} = 1,72$ %.
 21.11. $Ж_{HM} = 3,5$ %.
 21.12. $Ж_{HM} = 3,2$ %.
 21.13. $Ж_{HM}/B_{HM} = 0,9/0,84 \cdot 1$; $Ж_{HM} = 3,5$ %.
 21.14. $G_M = 42,0$ кг; $G_{зак.} = 97,1$ кг; $G_{сум} = 939$ кг.
 21.15. $G_M = 740,65$ кг; $G_{вер.} = 73,58$ кг; $G_{сх.м.} = 185,77$ кг.
 21.16. $G_{сх.вер.} = 7,3$ кг; $G_{вор.} = 88,1$ кг; $G_{сх.м.} = 4,6$ кг.
 21.17. $C_c = 20,75$ %; $C_c = 21,1$ %.

Глава 22. Матеріальні розрахунки в виробництві молочних продуктів

- 22.1. $B_M = 22444$ кг.
 22.2. $B_{HM} = 6177$ кг; $B_M = 5568$ кг; $B_{3H.} = 609$ кг.
 22.3. $B_{HM} = 876$ кг; $G_M = 870,2$ кг; $G_{вер.} = 5,8$ кг.
 22.4. $B_{H.сум} = 6602$ кг.

- 22.5. $B_{\text{нм}} = 11651 \text{ кг}; G_{\text{м}} = 9097 \text{ кг}; G_{\text{зн}} = 2554 \text{ кг}.$
- 22.6. $G_{\text{с}} = 2175,5 \text{ кг}; G_{\text{сеп}} = 8975 \text{ кг}; G_{\text{зал.вер}} = 961 \text{ кг}.$
- 22.7. $G_{\text{м.в.}} = 454,3 \text{ кг}; G_{\text{зн}} = 8993 \text{ кг}; G_{\text{сх.нм}} = 795 \text{ кг}.$
- 22.8. $G_{\text{м}} = 46975 \text{ кг}; G_{\text{зн}} = 41458 \text{ кг}; G_{\text{сх.м}} = 3702 \text{ кг}.$
- 22.9. $G_{\text{м.заг.}} = 23003 \text{ кг}.$
- 22.10. $G_{\text{м.зн.}} = 25054 \text{ кг}.$
- 22.11. $G_{\text{м.заг.}} = 71221 \text{ кг}.$
- 22.12. $\rho = 4,15 \%$ від кількості жиру в переробленому НМ.
- 22.13. Перевитрати молока становлять 51 кг, жиру – 1,8 кг.
- 22.14. $\rho = 4,9 \%$ від кількості жиру в переробленому НМ.
- 22.15. Економія молока становить 164 кг, зерна – 5,9 %.
- 22.16. Фактичні витрати збігаються з нормативними.
- 22.17. Економія становить 28 кг нормалізованого молока.
- 22.18. Фактичні витрати збігаються з нормативними.
- 22.19. 21478,65; 21467,9 кг.
- 22.20. 47217,6 кг.
- 22.21. 455 кг.
- 22.22. 46346,7 кг.
- 22.23. 21201,8 кг; 21178,6 кг.

Глава 27. М'ясожирове виробництво

- 27.1. Варіант 1: 2528 кг ялов; 2165 кг свин.; 668 кг бар.
 Варіант 2: 2889 кг ялов; 4376 кг свин.; 668 кг бар.
 Варіант 3: 3298 кг ялов; 5158 кг свин.; 890 кг бар.
 Варіант 4: 2930 кг ялов; 6631 кг свин.; 890 кг бар.
 Варіант 5: 2889 кг ялов; 2165 кг свин.; 668 кг бар.
 Варіант 6: 2568 кг ялов; 4011 кг свин.; 779 кг бар.
 Варіант 7: 2198 кг ялов; 3684 кг свин.; 890 кг бар
 Варіант 8: 3298 кг ялов; 2947 кг свин.; 1113 кг бар
 Варіант 9: 3973 кг ялов; 3418 кг свин.; 890 кг бар.
 Варіант 10: 3664 кг ялов; 3798 кг свин.; 779 кг бар.
- 27.2. Курчат – 18610 голів; курей – 8281 голів; качок – 3102 гол.; гусей – 1804 гол., індиків – 6800 гол.
- 27.3. 6614 голів.
- 27.4. Варіант 1: $\kappa = 91,67 \%$; $\Pi_{\text{м}} = 28363 \text{ т/рік}$; $\Pi_{\text{ж-с}} = 1461 \text{ т/рік}$.
 Варіант 2: $\kappa = 82,24 \%$; $\Pi_{\text{м}} = 35750 \text{ т/рік}$; $\Pi_{\text{ж-с}} = 1859 \text{ т/рік}$
 Варіант 3: $\kappa = 88,2 \%$; $\Pi_{\text{м}} = 32315 \text{ т/рік}$; $\Pi_{\text{ж-с}} = 1713 \text{ т/рік}$.
 Варіант 4: $\kappa = 90,6 \%$; $\Pi_{\text{м}} = 38853 \text{ т/рік}$; $\Pi_{\text{ж-с}} = 1981 \text{ т/рік}$.
 Варіант 5: $\kappa = 68,24 \%$; $\Pi_{\text{м}} = 43699 \text{ т/рік}$; $\Pi_{\text{ж-с}} = 2359 \text{ т/рік}$.

Глава 35. Розрахунки продуктів виробництва пива

- 35.1. на 100 кг сировини 497 л пива, розлив у пляшки.
- 35.6. на 100 кг сировини 485,8 л пива, розлив у пляшки.
- 35.7. на 100 кг сировини 452 л пива, розлив у пляшки.
- 35.8. на 100 кг сировини 273 л пива, розлив у пляшки.

- 35.11. на 100 кг сировини 442,76 л пива, розлив у пляшки.
- 35.12. на 100 кг сировини 390 л пива, розлив у пляшки.

Глава 36. Розрахунки виробництва етилового спирту

- 36.1. 68,2 дал.
- 36.2. 71,99 дал.
- 36.3. 68,2 дал.
- 36.4. 1467 кг.
- 36.5. 1389,8 кг.
- 36.6. 1467 кг.
- 36.7. 30,82 млн л.
- 36.8. 33,19 млн л.
- 36.9. 39 млн л.
- 36.10. 10,27 %.
- 36.11. 12745 л.
- 36.12. 13715 л.
- 36.13. 8304 л.
- 36.14. 13,5 т.
- 36.15. 36 т.
- 36.16. 65240 т.
- 36.17. 167,6 т.
- 36.18. 4,037 т.
- 36.19. 161,55 т.
- 36.20. 4,948 т/год.
- 36.21. 377 м³.
- 36.22. 37,8 т.

Глава 37. Розрахунки виробництва безалкогольних напоїв

- 37.1. 134 кг; 72,5 кг.
- 37.2. 151 кг; 93,59 кг.
- 37.3. 363 л; 97,36 кг.
- 37.4. 137,08 кг; 504,5 л.
- 37.5. 350,63 л.
- 37.6. 595,8 л.
- 37.7. 986,9 л.
- 37.8. 674,6 л.
- 37.9. 570 л.
- 37.10. 1072 л.
- 37.11. 600,34 г.
- 37.12. 355,42 г; 13 г.
- 37.13. 236,58 кг; 111,38 кг.
- 37.14. 925,5 л.
- 37.15. 841,5 л.
- 37.16. 507,73 л.
- 37.17. 703,26 л.
- 37.18. 476 л.
- 37.19. 698,8 л.

Глава 41. Методи розрахунку консервної продукції в умовних одиницях

- 41.1. 31250 у.б.

- 41.2. 14140 у.б.
- 41.3. 81250 у.б.
- 41.4. 93750 у.б.
- 41.5. 10000 ф.б.
- 41.6. 20000 у.б.
- 41.7. 6250 у.б.
- 41.8. 40000 у.б.
- 41.9. 345,2 кг яблук; 255,6 кг цукру.
- 41.10. 26666 ф.б.
- 41.11. 3530 ф.б.
- 41.12. 5000 у.б.
- 41.13. 3600 у.б.
- 41.14. 18000 у.б.
- 41.15. 6250 у.б.
- 41.16. 7272 ф.б.

Глава 42. Розрахунки виходу консервної продукції

- 42.1. 400 л; 434 кг.
- 42.2. 23076 ф.б.; 35306 у.б.
- 42.3. 4500 ф.б.; 38160 у.б.
- 42.4. 100000 ф.б.; 283000 у.б.
- 42.5. 338 кг.
- 42.6. 9710 шт. у.б.
- 42.7. 8335 шт.у.б.
- 42.8. 500 кг.
- 42.9. 533 кг.
- 42.10. 64 %.
- 42.11. 18,24 т; 76 туб.
- 42.12. 13,9 т; 116 туб.
- 42.13. 88 туб.

Глава 43. Розрахунки норм витрат сировини і матеріалів на виробництві консервів

- 43.1. 248 кг; 8,4 кг; 8 кг; 2,19 кг.
- 43.2. 335,6 кг; 228,1 кг.
- 43.4. 460 кг.
- 43.5. 475 кг.
- 43.6. 583 кг.
- 43.7. 582,23 кг.
- 43.8. 304,05 кг; 50,22 кг.
- 43.9. 625 кг; 74 кг.
- 43.10. 13217 кг.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Методика визначення загальної лужності води

До 100 см³ досліджуваної води, яка відмірена піпеткою в конічну колбу на 250 см³, додають 2–3 краплі розчину індикатора метилового жовтогогарячого й титрують 0,1 Н розчином соляної кислоти до переходу забарвлення з жовтого в рожеве. Більш чіткий перехід забарвлення виходить при використанні замість метилового жовтогогарячого індикатора метилпурпурного, що готовлять у такий спосіб: 0,033 м бромкрезолу зеленого й 0,066 м метилового червоного розчиняють в 100 см³ 95 %-ного етилового спирту. Титрування в цьому випадку проводять до переходу забарвлення розчину із зеленого в рожеве ($G_{\text{щ}}$.)

Загальна лужність води, мг екв/дм³

$$G_{\text{щ}} = \frac{V \cdot N \cdot 1000}{V_1},$$

де V – загальний об'єм соляної кислоти, витраченої на титрування взятого об'єму досліджуваної води, см³; V_1 – загальний об'єм води, узятої для дослідження, см³; N – нормальність розчину соляної кислоти.

Додаток 2

Методика визначення величини 2р-т для перевірки якості води в реакційному танку й правильності дозування реагентів при реагентному способі зм'якшення води

Мірним циліндром місткістю 100 см³ відмірюють 100 см³ середньої проби в конічну колбу місткістю 250 см³. Додають 3–4 краплі індикатора фенолфталеїну й при постійному перемішуванні відтитровують 0,02 Н розчином сірчаної кислоти з бюретки місткістю 10 см³ із ціною розподілу 0,02 см³ до зникнення рожевого фарбування (знебарвлення розчину). Записують у робочий журнал кількість см³ 0,02 Н розчину сірчаної кислоти, що пішла на титрування проби. Кількість см³, що пішла на титрування з фенолфталеїном, являє собою значення р.

У ту ж пробу додають 2 краплі розчину тіосульфату натрію ($25 \text{ м Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ розбавляють дистильованою водою до 1 дм^3) і 3–4 краплі індикатора метилпурпурного й ретельно перемішують. Замість метилпурпурного можна застосовувати індикатор метиловий жовтогогарячий.

Не поповнюючи бюретку після визначення значення p , продовжують титрування проби $0,02 \text{ Н}$ розчином сірчаної кислоти до переходу забарвлення із зеленого в рожеве. Якщо перехід забарвлення недостатньо чіткий і викликає сумніви, відзначають рівень розчину в бюретці й додають ще 2–3 краплі розчину кислоти. Якщо колір не змінився, перше зняття показань вважають правильним. Кількість см^3 , що пішла на титрування з метиловим жовтогогарячим, приймають за t . Обчислюють значення $2p-t$.

Концентрація хлористого натрію залежно від відносної густини розчину і за температури 20°C

Відносна густина	Вміст солі	
	% до маси розчину (або кг на 100 кг розчину)	% до об'єму розчину (або кг на 100 л розчину)
1,0707	10	10,7
1,0781	11	11,9
1,0856	12	13,0
1,0931	13	14,2
1,1007	14	15,4
1,1083	15	16,6
1,1160	16	17,9
1,1237	17	19,1
1,1315	18	20,4
1,1394	19	21,6
1,1473	20	22,9
1,1553	21	24,3
1,1633	22	25,6
1,1714	23	26,9
1,1796	24	28,3
1,1879	25	29,7
1,1963	26	31,1

Додаток 3

Концентрація сахарози залежно від відносної густини розчину і за температури 20 °С

Відносна густина	Вміст цукру	
	% до маси розчину (або кг на 100 кг розчину)	% до об'єму розчину (або кг на 100 л розчину)
1,0000	0	0,000
1,0039	1	1,000
1,0078	2	2,012
1,0117	3	3,028
1,157	4	4,055
1,0197	5	5,089
1,0237	6	6,131
1,0277	7	7,180
1,0318	8	8,239
1,0359	9	9,396
1,0400	10	10,381
1,0442	11	11,465
1,0484	12	12,558
1,0526	13	13,658
1,0568	14	14,769
1,0611	15	15,887
1,0654	16	17,016
1,0698	17	18,153
1,0741	18	19,299
1,0785	19	20,455
1,0830	20	21,619
1,0874	21	22,794
1,0919	22	23,978
1,0965	23	25,172
1,1010	24	26,375
1,1056	25	27,589
1,1103	26	28,813
1,1149	27	30,046
1,1196	28	31,290
1,1244	29	32,545
1,1291	30	33,779

Продовження дод. 3

1,1339	31	35,085
1,1388	32	36,371
1,1436	33	37,658
1,1486	34	38,976
1,1535	35	40,295
1,1585	36	41,625
1,1635	37	42,966
1,1685	38	44,318
1,1736	39	46,682
1,1787	40	47,057
1,1839	41	48,445
1,1891	42	49,844
1,1943	43	51,255
1,1996	44	52,678
1,2049	45	54,104
1,2102	46	55,562
1,2156	47	57,026
1,2211	48	58,494
1,2265	49	59,980
1,2320	50	61,478
1,2376	51	62,989
1,2431	52	64,513
1,2487	53	66,050
1,2544	54	67,600
1,2601	55	69,164
1,2658	56	70,741
1,2716	57	72,332
1,2774	58	73,936
1,2832	59	75,555
1,2891	60	77,187
1,2950	61	78,733
1,3010	62	80,494
1,3069	63	82,168
1,3130	64	83,858
1,3190	65	85,561
1,3252	66	87,280
1,3313	67	89,013
1,3375	68	90,761

Продовження дод. 3

1,3437	69	92,524
1,3500	70	94,302
1,3563	71	96,095
1,3626	72	97,904
1,3690	73	99,728
1,3750	74	101,567
1,3819	75	103,422
1,3884	76	105,293
1,3949	77	107,181

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кичигин М.А., Костенко Г.И. Теплообменные аппараты и выпарные установки. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1955.- 392 с.
2. Каневец Г.Е. Обобщенные методы расчета теплообменников. – Киев: Наукова думка, 1979. – 351 с.
3. *Compact Heat Exchangers. Selection, Design. And Operation / John E. Hesselgreaves.* –Pergamon Press. – An Imprint of Elsevier Science, 2001. – 437 p.
4. Коваленко Л.М., Глушков А.Ф. Теплообменники с интенсификацией теплоотдачи. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 240 с.
5. Барановский Н.В., Коваленко Л.М., Ястребенецкий А.Р. Пластинчатые и спиральные теплообменники. – М.: Машиностроение, 1973. – 288 с.
6. Тарасов Ф.М. Тонкослойные теплообменные аппараты. – М.-Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1964. – 364 с.
7. Товажнянский Л.Л. Принципы интенсификации процессов теплообмена, разработка и оптимизация новых типов пластинчатых теплообменников для химических производств // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора техн. наук. – Харьков: ХПИ, 1988. – 45 с.
8. Проектирование теплообменников // Теплообмен. Достижения. Проблемы. – М.: Мир, 1981. – 436 с.
9. Справочник по теплообменникам: Пер. с англ. / Под ред. О.Г. Мартыненко. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 352 с. – Т.2.
10. Кейс В.М., Лондон А.Л. Компактные теплообменники. – М.: Энергия, 1967. – 221 с.
11. Хаузен Х. Теплопередача при противотоке, прямотоке и перекрестном токе. – М.: Энергоиздат, 1981. – 379 с.
12. *Shah R.K., Sekulic D.P. Fundamental of Heat Exchanger Design.* – John Wiley & Sons, Inc, 2003. – 976 p.
13. *Wihelmsen B. Compact Condensers Offer Sizable Payback // Chemical Engineering,* 2003. – N6. – P.60-65
14. *Thonon B., Bontemps A. Condensation of Pure and Mixture of Hydrocarbons in a Compact Heat Exchanger: Experiments and Modelling // Heat Transfer Engineering,* 2002. – vol.23, N6. – P.3 – 17.
15. Зингер Н.М., Тарадай А.М., Бармина Л.С. Пластинчатые теплообменники в системах теплоснабжения. – М.: Энергоиздат, 1995. – 256 с.
16. Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А. Теоретические основы расчета и разработка сварных пластинчатых холодообменников для агрегатов синтеза аммиака // Хим. промышленность, 1989. – № 8.– С. 17–22.
17. Гребенюк С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 517 с.

18. Колесников В.А., Нечаев Ю.Г. Теплосиловое хозяйство сахарных заводов. – М.: Пищевая промышленность, 1980.- 392 с.
19. *The Plate Evaporator – A New Method in Evaporation Technology* / Н. Licha, P. Valentin, M. Wersel, G. Wittle. – Zukerind. –114 (1989). –N10. – S. 785–798.
20. *Общая технология пищевых производств* (под ред. Ковальской Л. П.) М, Колос, 1993, 384 с.
21. *Общая технология пищевых производств* (под ред. Назарова Н. И.) М, Легкая и пищевая промышленность.1981, 360с
22. *Стабников А. Н.* Общая технология пищевых продуктов. Киев Вища школа, 1980, 303с.
23. *Технология молока и молочных продуктов* (под ред. Твердохлебова Г. В.) М, Агрохимиздат, 1991, 483с
24. *Мальцев П.М.* Технология бродительных производств М, Пищевая промышленность, 1980, 380с
25. *Технология кондитерских изделий* (под ред. Маршалкина Г. А.) М. Легкая и пищевая промышленность, 1984, 446с.
26. *Тимошук И. Н.* Загальна технологія м'яса і м'ясопродуктів. Київ, Урожай, 1992. 159с.
27. *Дробот В. И.* Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности. Киев, 1988, 152 с.
28. *Мальцев П. М., Зафирная М. В.* Технология безалкогольных и слабоалкогольных напитков. Москва, 1970, 355 с.
29. *Назаров Н. И., Гинзбург А. С., Гребенюк С. М. и др.* Общая технология пищевых производств. Москва, 1981, 360 с.
30. *Яцула Г. С., Слободкин В. С., Береза В. Я.* Санитарно-гигиенические методы исследований пищевых продуктов и воды. Киев, 1990, 290 с.
31. *Яровенко В. Л., Домарецкий В. А., Колчева Р. А.* Технология солода, пива и слабоалкогольных напитков. Москва, 1992, 450 с.
32. *Запольский А. К., Гвоздик П. А., Брик М. Т. та ін.* Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. Київ, 2000, 552 с.
33. *Домарецький В. А., Остапчук М. В., Українець А. І.* Технологія харчових продуктів. Київ, 2003, 572 с.
34. *Орлова Є. І., Леценко В. О., Бухкало С. І.* Приклади та задачі до курсу «Загальна технологія харчових виробництв». Харків НТУ «ХПІ», 2001, 140 с.
35. *Бухкало С. І.* Технологія основних харчових виробництв у прикладах і задачах. Харків НТУ «ХПІ», 2003, 184 с.

36. *Товажнянский Л. Л., Капустенко П. А., Хавин Г. Л., Арсеньева О. П.* Пластинчатые теплообменники в промышленности. Харьков, НТУ «ХПИ», 2004, 232 с.
37. *Товажнянский Л.Л., Бухкало С.И., Капустенко П.О., Орлова Є.І.* Загальна технологія харчових виробництв у прикладах та задачах. Київ, 2005, 496 с.
38. *Товажнянский Л.Л., Бухкало С.И., Капустенко П.А., Хавин Г.Л.* Основные технологии пищевых производств и энергосбережение. Харьков: НТУ «ХПИ», 2005, 460 с.
39. *Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульянов Л.М.* Основы интеграции тепловых процессов. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2000. – 457 с.
40. *Smith R/* Chemical Process Design. N.Y.: McGraw – Hill, 1995. P. 460.
41. *Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульянов Л.М.* Определение энергосберегающего потенциала промышленных предприятий с помощью построения составных кривых технологических потоков //Інтегровані технології та енергозбереження. – 1999. – №1. – С. 14 – 27.
42. *Linnhoff B., Townsend D.W., Boland D., et. Al.,* User Guide on PROCESS INTEGRATION for the EFFICIENT USE OF ENERGY. – Rugby.: IChemE. 1982, last edition 1994. P. 247.
43. *Morrison L.H., Duus H.C.* Refrigeration systems applied to demands of moder industry. "Chemical & Metallurgical Engineering", 1932, 9, No.4. -P. 228-233.
44. *Щербин В.А., Гинберг Я.И.* Холодильные станции и установки. – М.: Химия, 1976. - 376 с.
45. *Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Перевертайленко А.Ю., Ульянов Л.М., Гарев А.О., Болдырев С.А.* Моделирование теплообменной системы утилизации тепла холодильного агрегата сыро-молочного завода // 36. наукових праць ХУПС. –2006. –Вип. 2(8). –С.75 – 78.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
ВСТУП.....	5
Глава 1. СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ.....	9
1.1. Способи збереження сировини.....	9
1.2. Підготовка сировини до виробництва.....	14
Глава 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДГОТОВЧОЇ СТАДІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	19
2.1. Характеристика сировини в залежності від терміну її збереження	19
2.2. Види руйнівних агентів і процеси, що відбуваються при зберіганні сировини.....	20
2.3. Шкідники харчових продуктів	23
2.4. Види втрат харчових продуктів	24
2.5. Режими і способи зберігання харчових продуктів.....	25
Глава 3. ХЛІБНІ ЗЛАКИ.....	29
3.1. Загальна характеристика.....	29
3.2. Вимоги до зерна.....	30
3.3. Очищення зерна від домішок	30
3.4. Зберігання зерна	33
3.5. Фізіологічні процеси, що відбуваються при зберіганні зерна	33
Глава 4. ТЕХНОЛОГІЯ БОРОШНА	37
4.1. Загальна характеристика харчового продукту	37
4.2. Борошномельні якості зерна	38
4.3. Підготовка зерна до помелу	39
4.4. Помел зерна в борошно	42
4.5. Вимоги до якості борошна	46
4.6. Зберігання борошна	47
Глава 5. ТЕХНОЛОГІЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ПРЕСОВАНИХ ДРІЖДЖІВ	48
5.1. Характеристика і призначення дріжджів	48
5.2. Біохімічні основи технології дріжджів.....	49
5.3. Сировина для виробництва дріжджів.....	50
5.4. Виробництво товарних дріжджів.....	51

5.5. Вимоги до якості товарних пресованих дріжджів.....	56
5.6. Зберігання і транспортування дріжджів.....	57
Глава 6. ТЕХНОЛОГІЯ ХЛІБА І ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	58
6.1. Загальні відомості про хліб і його виробництво	58
6.2. Асортимент хлібобулочних виробів.....	59
6.3. Сировина для виробництва хліба.....	59
6.4. Способи виробництва тіста з пшеничного і житнього борошна.....	63
6.5. Схема виробництва хліба і хлібобулочних виробів	64
6.6. Опарний спосіб виробництва хліба	65
6.7. Терміни зберігання хліба	68
6.8. Дефекти хліба	68
Глава 7. ВИРОБНИЦТВО КРУПИ І КРУП'ЯНИХ ВИРОБІВ	70
7.1. Класифікація круп	70
7.2. Вимоги до зерна для одержання круп	71
7.3. Круп'яні вироби.....	73
Глава 8. ТЕХНОЛОГІЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ.....	75
8.1. Загальні положення.....	75
8.2. Асортимент макаронних виробів.....	75
8.3. Сировина для виробництва макаронних виробів	76
8.4. Особливості рецептури макаронних виробів.....	77
8.5. Загальна технологічна схема виробництва	84
Глава 9. РОЗРАХУНОК МАСИ СУХИХ РЕЧОВИН І ВОЛОГИ У СИРОВИНІ	87
9.1. Контрольні задачі	88
Глава 10. РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ БОРОШНА НА ЗАМІС ТІСТА	89
10.1. Контрольні задачі	92
Глава 11. РОЗРАХУНОК ДОПОМІЖНОЇ СИРОВИНИ НА ЗАМІС ТІСТА	95
11.1. Контрольні задачі	97
Глава 12. РОЗРАХУНКИ ВЗАЄМОЗАМІННОЇ СИРОВИНИ.....	99
12.1. Контрольні задачі	101
Глава 13. РОЗРАХУНКИ ТЕМПЕРАТУРИ І ВИТРАТ ВОДИ НА ЗАМІС ТІСТА	103
13.1. Контрольні задачі	107

Глава 14. РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЧИХ РЕЦЕПТУР	110
14.1. Безопарний спосіб приготування тіста.....	110
14.2. Опарний спосіб приготування тіста	112
14.3. Тісто на рідких опарах	115
14.4. Контрольні задачі	122
Глава 15. ВИХІД ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	127
15.1. Контрольні задачі	129
Глава 16. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ.....	131
16.1. Витрати сировини.....	132
16.2. Розрахунок продуктивності преса	133
Глава 17. МОЛОКО	135
17.1. Ринок молока і молочних продуктів.....	135
17.2. Харчова цінність молока	137
17.3. Хімічний склад молока	137
17.4. Фізико-хімічні властивості молока.....	139
17.5. Асортимент молока і молочних продуктів	141
17.6. Первинна обробка молока	141
17.7. Механічна обробка молока.....	141
17.8. Теплова обробка молока	144
17.9. Нормалізація і гомогенізація молока.....	146
Глава 18. ТЕХНОЛОГІЯ ВЕРШКОВОГО МАСЛА.....	147
18.1. Загальна характеристика і класифікація	147
18.2. Сировина для виробництва вершкового масла.....	148
18.3. Способи виробництва масла.....	152
18.4. Розфасовка, упакування і зберігання готового продукту	162
Глава 19. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СИРУ	164
19.1. Загальна характеристика. Види сирів.....	164
19.2. Сировина для сироваріння.....	165
19.3. Загальна характеристика окремих стадій.....	167
19.4. Біохімічні основи дозрівання сиру	177
Глава 20. МАТЕРІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ У МОЛОЧНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ.....	179
20.1. Основні рівняння.....	179

20.2. Ступінь використання складових частин молока при його переробці	183
20.3. Витрати сировини на виробництво молочних продуктів	184
20.4. Вихід продукту	187
20.5. Контрольні задачі	193
Глава 21. НОРМАЛІЗАЦІЯ МОЛОКА.....	193
21.1.Нормалізація за одним показником	193
21.2.Нормалізація з попереднім розрахунком жирності нормалізованого молока	195
21.3. Нормалізація за двома показниками.....	198
21.4. Контрольні задачі	200
Глава 22. МАТЕРІАЛЬНІ РОЗРАХУНКИ У ВИРОБНИЦТВІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	203
22.1. Контрольні задачі	203
Глава 23. ТЕХНОЛОГІЯ М'ЯСА.....	208
23.1. Загальні відомості з технології м'ясопродуктів.....	208
23.2. Сировина для виробництва м'яса	208
23.3. Технологічна схема виробництва м'яса.....	208
Глава 24. ТЕХНОЛОГІЯ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ	213
24.1. Загальна характеристика виробів.....	213
24.2. Сировина для ковбасних виробів.....	214
24.3. Технологічний процес виготовлення ковбасних виробів.....	217
24.3.1. Засіл м'яса.....	217
24.3.2. Виготовлення фаршу	218
24.3.3. Формування (шприцювання ковбас)	220
24.3.4. Осадка ковбас.....	221
24.3.5. Копчення й обсмажування.....	222
24.3.6. Варіння ковбасних виробів	224
24.3.7. Охолодження ковбасних виробів	224
24.3.8. Сушіння ковбасних виробів.....	225
Глава 25. ВИРОБНИЦТВО ТЕХНІЧНИХ ЖИРІВ І КОРМОВОЇ МУКИ	226
25.1. Особливості сировини	226
25.2. Технологія отримання технічного жиру	227
25.3. Теплова обробка сировини	230
25.3.1. Сухий спосіб теплової обробки.....	231
25.3.2. Мокрий спосіб теплової обробки.....	232

25.4. Дроблення і просіювання шквари.....	233
25.5. Очистка жиру.....	233
25.6. Упакування і зберігання	234
Глава 26. ТЕХНОЛОГІЯ ТВАРИННИХ ЖИРІВ.....	235
26.1. Загальна характеристика.....	235
26.2. Технологія харчових тваринних жирів	235
26.2.1. Жиросировина і вимоги до неї	235
26.2.2. Методи витоплення жиру	237
Глава 27. М'ЯСОПРОДУКТИ І ТВАРИННІ ЖИРИ.....	247
27.1. Розрахунки сировини і готової продукції м'ясо-жирового виробництва	247
27.2. Контрольні задачі	252
Глава 28. РОЗРАХУНОК СИРОВИНИ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ.....	254
28.1. Контрольні задачі	265
Глава 29. ТЕХНОЛОГІЯ БРОДИЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ.....	268
29.1. Загальна характеристика виробництва і сировини	268
29.2. Загальні відомості про виробництво солоду.....	268
29.3. Вимоги до якості сировини	269
29.4. Технологічна схема одержання ячмінного солоду. Біохімічні основи процесу	269
Глава 30. ТЕХНОЛОГІЯ ПИВА.....	275
30.1. Загальні зведення про виробництво пива	275
30.2. Сировина для виробництва пива.....	275
30.3. Технологічні стадії виробництва пива	277
Глава 31. ТЕХНОЛОГІЯ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ	283
31.1. Загальні відомості про виробництво	283
31.2. Сировина для виробництва спирту.....	284
31.3. Технологічні стадії виробництва спирту	284
Глава 32. ТЕХНОЛОГІЯ ВИНА.....	289
32.1. Загальна характеристика вина.....	289
32.2. Сировина для виробництва вина.....	292
32.3. Технологічний процес виноробства	293
Глава 33. ПІДГОТОВКА ПИТНОЇ ВОДИ ДО ВИРОБНИЦТВА.....	299
33.1. Загальні вимоги до води, її роль і значення	299
33.2. Характеристика підготовленої води	302

33.3. Технологічні стадії процесу підготовки води до виробництва	304
33.4. Контроль якості води	311
Глава 34. ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ	316
34.1. Загальна характеристика і класифікація напоїв.	317
34.2. Сировина і рецептурні нормативи	317
34.3. Технологія виробництва	327
Глава 35. РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА ПИВА	337
35.2. Контрольні задачі	340
Глава 36. РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ	338
36.1. Контрольні задачі	343
Глава 37. РОЗРАХУНКИ ВИРОБНИЦТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ	347
37.1. Контрольні задачі	350
Глава 38. ТЕХНОЛОГІЯ ЦУКРУ	353
38.1. Загальна характеристика продукту, сировини і виробництва	353
38.2. Технологія виробництва цукру	354
38.3. Виробництво цукру-рафінаду	361
Глава 39. ТЕХНОЛОГІЯ КРОХМАЛЮ	362
39.1. Загальні відомості про виробництво	362
39.2. Сировина для виробництва крохмалю	363
39.3. Технологія кукурудзяного крохмалю	365
39.4. Властивості сортів крохмалю	368
Глава 40. ТЕХНОЛОГІЯ КРОХМАЛЬНОЇ ПАТОКИ	369
40.1. Загальна характеристика продукту і сировини	369
40.2. Технологічна схема виробництва	370
Глава 41. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ КОНСЕРВНОЇ ПРОДУКЦІЇ В УМОВНИХ БАНКАХ	375
41.2. Контрольні задачі	380
Глава 42. РОЗРАХУНКИ ВИХОДУ КОНСЕРВНОЇ ПРОДУКЦІЇ З РІЗНОМАНІТНИХ ВИДІВ СИРОВИНИ	381
42.2. Контрольні задачі	387
Глава 43. РОЗРАХУНКИ НОРМ ВИТРАТ СИРОВИНИ І МАТЕРІАЛІВ НА ВИРОБНИЦТВІ КОНСЕРВІВ	389
43.2. Контрольні задачі	392

Глава 44. ТЕХНОЛОГІЯ ШОКОЛАДНИХ ВИРОБІВ.....	394
44.1. Загальна характеристика виробів.....	394
44.2. Какао-боби як сировина шоколадного виробництва	394
44.3. Ферментація какао-бобів	396
44.4. Зберігання какао-бобів.....	397
44.5. Переробка какао-бобів у крупку	398
44.5.1. Сортуння й очищення какао-бобів	398
44.5.2. Термічна обробка какао-бобів (обжарка)	398
44.5.3. Одержання крупки.....	400
44.5.4. Переробка крупки в какао терте.....	400
44.6. Одержання какао-масла і какао-порошку	401
44.7. Готування шоколадної маси і формування з неї плиткового шоколаду	404
Глава 45. ТЕХНОЛОГІЯ ЦУКРОВИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ.....	408
45.1. Загальна характеристика.....	408
45.2. Технологія карамелі	408
45.2.1. Характеристика карамелі	408
45.2.2. Основна сировина для виробництва карамелі	409
45.2.3. Технологія одержування карамелі	410
ГЛАВА 46. ТЕХНОЛОГІЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ	416
46.1. Загальна характеристика кондитерських виробів.....	416
46.2. Сировина для кондитерських виробів та особливості їх класифікації.....	416
46.3. Основні принципи виробництва кондитерських виробів.....	418
46.4. Технологія борошняних кондитерських виробів і окремих видів випічних напівфабрикатів	419
ГЛАВА 47. КЕФІР І КИСЛОМОЛОЧНІ ПРОДУКТИ.....	422
47.1. Біологічна цінність кисломолочних напоїв	422
47.2. Біохімічні процеси збражування.....	423
47.3. Загальна характеристика продуктів.....	425
ГЛАВА 48. ТЕХНОЛОГІЯ МОРОЗИВА	430
48.1. Класифікація, состав, поживні властивості морозива.....	430

48.2. Сировина для морозива.....	432
48.3. Технологія виробництва морозива	434
48.3.1. Розрахунок компонентів для суміші.....	435
48.3.2. Підготовка сировини.....	436
48.3.3. Обробка суміші.....	436
48.3.4. Охолодження й зберігання суміші.....	437
48.3.5. Заморожування суміші.....	438
48.3.6. Фасування й загартування морозива	439
48.3.7. Зберігання морозива.....	440

ГЛАВА 49. ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ

ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ..... 442

49.1. Загальні питання енергозбереження в харчових технологіях. Основні етапи синтезу і структура технологічної схеми систем.....	442
49.2. Методика проектування технологічних систем	445
49.3. Ієрархія технологічного проектування виробництв, цибулинна діаграма	451
49.4. Побудова мінімальної структури.....	454
49.5. Побудова й оптимізація структури, що допускає зменшення	455

ГЛАВА 50. ОСНОВНІ МЕТОДИ ІНТЕГРАЦІЇ

В ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМАХ 460

50.1. Введення в методологію проектування	460
50.2. Побудова складених кривих енергетичних потоків	460
50.3. Визначення енергетичних цілей об'єктів проектування.....	460
50.4. Розподіл потоків на теплове джерело і тепловий стік.....	471
50.5. Варіанти взаємодії між підсистемами теплове джерело – тепловий стік.....	476

Глава 51. ТЕПЛООБМІННІ АПАРАТИ. КЛАСИФІКАЦІЯ,

ПРИНЦИП ДІЇ Й ЗАСТОСУВАННЯ 480

51.1. Класифікація, принцип дії й області застосування	480
51.2. Пластинчасті теплообмінні апарати. Види й конструкції.....	485

Глава 52. ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАСТИНЧАСТИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ У ХАРЧОВІЙ І ПЕРЕРОБНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ.....	511
52.1. Пластинчасті теплообмінники в цукровій промисловості	511
52.2. Пластинчасті випарники випарних станцій цукрових заводів	519
52.3. Пластинчасті теплообмінники у виробництві спирту	525
52.4. Пластинчасті випарники й теплообмінники в процесі утилізації післяспиртової зернової і м'ясної барди	532
Глава 53. ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРАЦІЇ ДЛЯ ТЕПЛООБМІННОЇ СИСТЕМИ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ.....	541
53.1. Загальні відомості про теплові помпи.....	541
53.2. Характеристика роботи холодильних агрегатів у харчовій промисловості	543
53.3. Інтеграція теплової системи виробництва	544
ВІДПОВІДІ НА КОНТРОЛЬНІ ЗАДАЧІ	551
ДОДАТКИ.....	559
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	564

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Леонід Леонідович
БУХКАЛО Світлана Іванівна
КАПУСТЕНКО Петро Олексійович
АРСЕНЬЄВА Ольга Петрівна
ОРЛОВА Євгенія Іванівна

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРИКЛАДАХ І ЗАДАЧАХ

Підручник

Керівник видавничих проектів – *Б.А.Сладкевич*
Друкується в авторській редакції
Дизайн обкладинки – *Б.В. Борисов*

Підписано до друку 07.11.2007. Формат 60х84 1/16.
Друк офсетний. Гарнітура PetersburgC.
Умовн. друк. арк. 36.
Наклад – 1000 прим.

Видавництво “Центр учбової літератури”
вул. Електриків, 23
м. Київ, 04176
тел./факс 425-01-34, тел. 451-65-95, 425-04-47, 425-20-63
8-800-501-68-00 (безкоштовно в межах України)
e-mail: office@uabook.com
сайт: WWW.CUL.COM.UA

Свідоцтво ДК №2458 від 30.03.2006